

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL BIOLOGI 2016

***“PERANAN BIOLOGI DALAM PENINGKATAN
KONSERVASI KERAGAMAN HAYATI”***

DEWAN REDAKSI

Pengarah:

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin

Penanggung jawab:

Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin

Penyunting (Editor):

Magdalena Litaay, M.Mar. Sci, Ph. D

Dr. Syahribulan, M. Si

Dr. Fahrudin, M.Si

Drs. Muh. Ruslan Umar, M. Si

Nenis Sardiani, S.Si

Litaay, *et al.* (editor). 2016. Prosiding Seminar Nasional Biologi. Makassar.

Seminar Nasional Biologi (28 Maret 2016: Makassar)

Prosiding Seminar Nasional Biologi, 6 Juni 2016

Penyunting:

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Hasanuddin, 2016

ISBN: 978-602-72198-3-0

Penyunting:

Magdalena Litaay, Syahribulan, Fahrudin, Muh. Ruslan Umar, Nenis Sardiani

Desain sampul: Nurfaidah

Penerbit:

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin,
Makassar

Cetakan Pertama: 2016

@ Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All rights reserved

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa ijin tertulis dari penyunting.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan perkenan-Nya sehingga buku Prosiding Seminar Nasional Biologi ini dapat terbit. Buku Prosiding ini memuat makalah yang telah dipresentasikan pada **Seminar Nasional Biologi 2016** dengan tema “**Peranan Biologi dalam Peningkatan Konservasi Keragaman Hayati**” yang dilaksanakan pada tanggal 28 Maret 2016 di Universitas Hasanuddin Makassar. Makalah yang dimuat pada prosiding ini telah direview oleh tim pakar sesuai bidang ilmu biologi, biologi terapan dan pendidikan biologi. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada semua pihak baik pelaksana Seminar Nasional Biologi 2016, penyaji makalah, penyunting dan penerbit yang telah berkontribusi pada penyusunan dan penerbitan prosiding ini. Semoga prosiding ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan rujukan untuk kemajuan ilmu di bidang biologi, biologi terapan dan biologi pendidikan.

Makassar, 1 Juni 2016

Penyunting

**SAMBUTAN DEKAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat kepada kita sekalian sehingga Seminar Nasional Biologi 2016 telah terselenggara dengan baik dan terpublikasinya makalah hasil seminar tersebut dalam prosiding ini.

Selanjutnya perkenankan saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Pimpinan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dan panitia pelaksana Seminar Nasional Biologi 2016 dengan tema: “*Peranan Biologi dalam Peningkatan Konservasi Keragaman Hayati*”. Seminar Nasional Biologi 2016 telah berkontribusi terhadap pencapaian target Universitas Hasanuddin sebagai PTN-BH menuju *world class university* (WCU). Secara khusus kami sampaikan terima kasih kepada Prof. Valerio Sbordon (University of Rome Tor Vergata, Italy), Dr. Siti Nuramaliati Prijono (Sekretaris Utama Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Ketua Umum Perhimpunan Biologi Indonesia), serta Kepala Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung yang telah berkenan menjadi pembicara kunci pada Seminar Nasional Biologi 2016.

Kami berharap tulisan ilmiah dalam prosiding ini dijadikan rujukan untuk pengembangan ilmu bidang biologi dan bidang terkait lainnya. Prosiding ini memaparkan konsep-konsep baru tentang perkembangan ilmu biologi, biologi terapan dan pendidikan biologi. seperti perkembangan ilmu bioteknologi, rekayasa genetika, penetapan pohon filogenik berdasarkan kesamaan sequence DNA pengkode gen 16S rRNA yang telah merubah secara nyata posisi filogenetik berdasarkan morfologi semata, terapan biologi di bidang pertanian dan sebagainya.

Pada akhirnya, sekali lagi kami ucapkan selamat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi pada penerbitan Prosiding Seminar Nasional Biologi 2016.

Makassar, 1 Juni 2016
Dekan FMIPA UNHAS

Dr. Eng. Amiruddin S.Si, M.Si.

DAFTAR ISI

Halaman depan Prosiding	iii
Kata Pengantar	iv
Sambutan Dekan	v
Daftar Isi	
Makalah Pemateri Kunci	
Siti Nuramaliati Prijono	1
Valerio Sbordonni.....	19
Dedy Asriadi	20
 Makalah Bidang Ilmu: ZOOLOGI	
Populasi, Pergerakan Harian dan Habitat Kuskus Beruang (<i>Ailurops ursinus</i>) di Hutan Pendidikan UNHAS	28
Amran Achmad, Putu Oka N, Risma Illa M, dan Asrianny	
Potensi Pakan dan Preferensi Bersarang Kuskus Beruang (<i>Ailurops ursinus</i>) di Hutan Pendidikan UNHAS	37
Amran Achmad, Putu Oka N, Risma Illa M, dan Asrianny	
Karakterisasi Sarang Orangutan (<i>Pongo pygmaeus morio</i>) pada Beberapa Tipe Hutan di Kalimantan Timur	45
Teguh Muslim dan Amir Ma'ruf	
Fragmentasi Habitat Owa Kelawat (<i>Hylobates muelleri</i>) di Kawasan Permukiman Samarinda, Kalimantan Timur	53
Suryanto, Teguh Muslim, Warsidi	
Keanekaragaman dan Pendugaan Populasi Kelelawar Pemakan Serangga (subordo: microchiroptera) Penghuni Goa Gudawang Bogor Jawa Barat.....	61
Budiman Heriyanto, Dedy Duryadi S, Yanto Santosa, Ibnu Maryanto	
Distribution of Rats (Rodentia; Muridae) in Bawakaraeng Mountain, South Sulawesi, Indonesia	62
Muh. Rizaldi Trias Jaya Putra N., Ibnu Maryanto, Bambang Suryobroto	
Keanekaragaman Herpetofauna di Lahan Reklamasi Tambang Batubara PT. Singlurus Pratama, Kalimantan Timur.....	63
Teguh Muslim, Ulfah Karmila Sari, Widyawati	
Keragaman Guild Burung pada Hutan Pegunungan Bawah Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung	73
Indra A.S.L.P. Putri	

Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Kepadatan Moluska pada Ekosistem Mangrove Alami dan Hasil Rehabilitasi	88
Andi Nur Samsi	
Jenis Ikan Tangkapan Bernilai Ekonomi di Pangandaran	97
Eddy Soekendarsi	
Jenis Ikan Tangkapan Bernilai Ekonomi di Danau Matano.....	102
Eddy Soekendarsi, Armawaty Syam, Ambeng, Zohrah Hasyim	
Kelimpahan dan Distribusi Spasial Bambu Laut <i>Isis hippuris</i> di Kepulauan Wakatobi	106
Dining Aidil Candri, Jamaluddin Jompa, A. Niartiningsih, Chair Rani	
Kelimpahan dan Distribusi Echinodermata di Padang Lamun Pulau Bone Batang Sulawesi Selatan	107
Dody Priosambodo	
Makalah Bidang Ilmu: ENTOMOLOGI	
Komunitas Kupu-Kupu (Lepidoptera : Papilionoidea) di Suaka Margasatwa Angke Jakarta	119
Hasni Ruslan dan Dwi Andayaningsih	
Interaksi Kupu-Kupu (Lepidoptera : Papilionoidea) pada Habitat Terbuka dan Tertutup Hutan Lindung Muara Angke Jakarta.....	120
Dwi Andayaningsih dan Hasni Ruslan	
Keanekaragaman Serangga Lepidoptera dan Parasitoidnya pada Kompleksitas Lanskap Pertanian yang Berbeda	127
Evawaty S.Ulina, Damayanti Buchori, Sjafri Manuwoto, Pudjianto, Akhmad Rizali	
Keanekaragaman Kupu-Kupu pada Hutan Kemiri Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung	128
Indra A.S.L.P. Putri	
Keragaman Rayap pada Pertanaman Jati (<i>Tectona grandis</i> L.)	139
Astuti Arif	
Peranan Vegetasi terhadap Kehadiran Kupu-Kupu <i>Graphium androcles</i> Boisduval (Lepidoptera:Papilionidae) di Kawasan Taman Wisata Alam Nanggala III Kota Palopo	150
Harlina, Adi Basukriadi, Amran Achmad, Djunijanti Peggie	
Inventarisasi Arthropoda dan Strategi Konservasi Serangga di Lingkungan Kampus ITS Surabaya	159

Nova Maulidina Ashuri, Sherly Eka A, Abdul Azis, M. Mahsun F, Baharuddin S, Asti Riski Febiyani

Pengaruh Transformasi Lahan: Implikasi Terhadap Keanekaragaman Semut pada Strata Habitat yang Berbeda 160
Ratna Rubiana, Damayanti Buchori

Makro dan Meso Fauna Tanah di Areal Reklamasi Tambang PT Singlurus Pratama, Kalimantan Timur 168
Ishak Yassir, Ike Mediawati, Mukhlisi

Hubungan Struktur Lanskap dengan Keanekaragaman dan Karakteristik Serangga Pengunjung Bunga Mentimun 183
Susilawati, Akhmad Rizali, Damayanti Buchori, Pudjianto

Peran Serangga Penyerbuk Pada Pertanaman Mentimun 184
Phika Ainnadya Hasan, Tri Atmowidi, Sih Kahono

Diversitas dan Efektivitas Lebah Penyerbuk pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculente* Mill: Solanaceae) 185
Andi Gita Maulidyah Indraswari S., Tri Atmowidi, Sih Kahono

Jenis-jenis Serangga di Nusa Tenggara Timur 186
Ernawati dan Syahribulan

Makalah Bidang Ilmu: FISILOGI, GENETIKA, FARMASI DAN BIOLOGI TERAPAN

Isolasi dan Karakterisasi Fragmen Gen Penyandi Enzim Kitinase dari Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) 187
Muzuni

Pemetaan Potensi Plasma Nutfah Kopi Arabika Tipika (*Coffea arabica* L. var. *typica*) di Sulawesi Selatan Berbasis Kajian Fenotipik & Analisis DNA Molekuler SSRs 197
Andi Ilham Latunra

Penggunaan Ramuan Daun *Cassia alata* L. secara Tradisional untuk Mengobati Penyakit Kulit Skabies di Kabupaten Keerom Papua 198
Linus Yhani Chrystomo, Aditya Krishar Karim

Potensi dan Pemanfaatan Daun Jilat Yapen (*Villebrunea* sp.; urticacea) secara Tradisional oleh Masyarakat Kepulauan Yapen dan Uji Aktivitas Sitotoksik 205
Tio Lina Simanjuntak, Aditya Krishar Karim, Linus Yhani Chrystomo

214

Keragaman Genetik Kayu Kuku (<i>Pericopsis mooniana</i>) di Cagar Alam Lamedai berdasarkan Penanda RAPD	
C. Andriyani Prasetyawati	
Karakteristik Gen Sitokrom C Oksidase Sub Unit I <i>Bufo celebensis</i> Günther (Anura:Bufonidae)	223
Suriana, Nasarudin	
Pengaruh Tepung Sagu (<i>Metroxylon rumphii</i>) terhadap Histopatologi Lambung Mencit (<i>Mus musculus</i>)	232
Andi Asmawati Azis, Andi Munisa, Ratna Mulyana Dewi Andi Mu'nisa, A.	
Pengaruh Penambahan Bubuk Daun Cengkeh (<i>Syzigium aromaticum</i>) pada Minyak Selayar terhadap Kadar Glukosa dan kolesterol Mencit (<i>Mus musculus</i>)	214
Asmawati, A. Farida, Dahniar, N Amaliah	
Kandungan Omega-6 pada Ekstrak Biji Mahoni <i>Swietenia mahagoni</i> (L) Jacq.	248
Hartati, Hartono	
Potensi Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> dalam Peningkatan Kandungan Omega 3 pada Telur Ayam Ras Petelur Melalui Pemberian Pakan	254
Zohra Hasyim, Eddy Soekandarsi, Ambeng, Marsuki	
Keragaman genetik ESAT-6 (<i>Early Secreted Antigenic Target-6</i>) Isolat Lokal <i>Mycobacterium tuberculosis</i> Sebagai Kandidat Vaksin Tuberkulosis	262
Rosana Agus	
Algae <i>Eucheuma cottonii</i> dan Keong Mas <i>Pomacea canaliculata</i> untuk Meningkatkan Kandungan Omega 3 Telur	270
Yunita Fardhani, Eddy Soekandarsi, Zohra Hasyim, Eddyman W. Ferial	
Makalah Bidang Ilmu: KEHUTANAN, BIOTEKNOLOGI DAN LINGKUNGAN	
Keragaman Permudaan Alam dan Potensi Simpanan Karbon Tegakan <i>Pinus merkusii</i> pada Zona Dataran Tinggi	271
Bina Swasta Sitepu	
Potensi Ramin (<i>Gonistylus bancanus</i> Kurz) pada Areal Bekas Penebangan Liar di Kalimantan Barat	281
Samuel A. Paembonan, Syamsuddin Millang, Budirman B	
Efektivitas Sterilisasi dan Perlakuan pada Benih terhadap Perkecambahan Kayu Kuku (<i>Pericopsis mooniana</i> THW) secara <i>in vitro</i>	287
Nursyamsi	294

Hubungan Bahan Organik Tanah dengan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan di Sekitar Areal Tambang Nikel	
Albert D. Mangopang, Retno Prayudyaningsih	
Kondisi Beberapa Jenis Mangrove Berdasarkan Kerapatan di Togean Sulawesi Tengah	303
Halidah	
Perubahan Sifat Biologi Tanah dan Biomas Tanaman Pada Tanah Terintroduksi Bioamelioran	310
Burhanuddin Rasyid, Masyhur Syafiuddin, Muh. Ansar	
Optimasi Penanda Mikrosatelit Eboni Provenans Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin dengan Metode Screening Penanda	318
Siti Halimah Larekeng	
Seleksi Primer Mikrosatelit Berbasis PCR Pada Eboni (<i>Diospyros celebica</i> Bakh.) Provenansi Lasitae	319
Gusmiaty	
Keberhasilan Kultur Pucuk Murbei (<i>Morus cathayana</i>) Melalui Berbagai Metode Sterilisasi dan Kombinasi ZPT	320
Gusmiaty, Muhammad Restu, Faidah	
Dampak Perubahan Iklim terhadap Fenologi Reproduksi Beberapa Spesies Mangga (<i>Mangifera</i> spp.) di Kota Makassar	332
Andi Siady Hamzah, Putu Oka Ngakan, Kaimuddin	
Pengaruh Air Kelapa (<i>Cocos nucifera</i> L.) terhadap Pertumbuhan Krisan (<i>Chrysanthemum morifolium</i>) secara <i>in vitro</i>	333
Fitri	
Jenis-Jenis Pohon Penghijauan pada Beberapa Lokasi Jalan di Kota Makassar	340
Elis Tambaru, Samuel A. Paembonan, Resti Ura'	
Analisis Frekuensi Penyebaran Serbuk Sari Pohon Donor Eboni Provenansi Lasitae berdasarkan Marka Mikrosatelit.....	347
Jihan Nanda, Muhammad Restu, Gusmiaty, Siti Halimah Larekeng	
Analisis Jarak Penyebaran Serbuk Sari Eboni Provenansi Lasitae berdasarkan Penanda Mikrosatelit	358
Rilya Bumbuk, Muhammad Restu, Gusmiaty, Siti Halimah Larekeng	
Analisis Proporsi Penyerbukan Eboni (<i>Diospyros celebica</i> Bakh) di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin dengan Penanda SSR	369

Andi Hardianti, Muhammad Restu, Gusmiaty, Siti Halimah Larekeng

Makalah Bidang Ilmu: **PERTANIAN**

Rekayasa Pemangkasan untuk Pengembangan Teknologi Hijau dalam Budidaya Tanaman Melon	381
Mir Alam, Juhriah	
Kandungan Karoten Jagung Lokal Sulawesi Selatan Untuk Seleksi Jagung Provitamin A	388
Juhriah, Mir Alam, A. Masniawati	
Karakter Agronomis dan Hasil Beberapa Genotipe Jagung Hibrida pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan	389
Suwardi dan Andi Takdir M	
Keragaan Hasil dan Toleransi Kekeringan Genotipe Jagung terhadap Ketersediaan Air	401
Suwardi	
Pengaruh Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Merah Besar (<i>Capsicum annum</i> L.) yang ditanam pada Tanah Pascatambang Emas Bombana Sulawesi Tenggara	411
Sri Ambardini, Irjum Budiartman Jaya	
Keefektifan Isolat-Isolat <i>Actinomyces</i> dalam Menghambat Infeksi <i>Fusarium</i> sp. (<i>Soybean Damping Off</i>) secara <i>in vitro</i>	419
Ikhwana Aflaha, Baharuddin, M. Danial Rahim	
Efektifitas <i>Trichoderma</i> sp. terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao di Bawah Tegakan Kakao Tua	420
Marliana S. Palad, Ambo Ala, Nasaruddin	
Pengaruh Pupuk Organik Cair Mikroba terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Padi Aromatik Lokal Toraja Utara Sulawesi Selatan	421
Elis Tambaru, Andi Masniawati, Eva Johannes, Susanti L	
Pemanfaatan Limbah Jerami sebagai Media Produksi Jamur Merang <i>Volvariella volvacea</i> Singer	430
Slamet Santosa	
Pengaruh Pupuk Organik Cair Mikroba pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Padi Aromatik Lokal Enrekang Sulawesi Selatan	436
Andi Masniawati, Sri Suhadiyah, Elis Tambaru, Dewi Sulastri A	
Pengembangan Anggrek Vanda Hibrida (<i>Vanda limbata</i> Blume X <i>Vanda tricolor</i> Lindl. var. <i>suavis</i>) dengan Perlakuan Kolkisin secara <i>In Vitro</i>	445

Mustika Tuwo dan Ari Indrianto

Makalah Bidang Ilmu: **MIKROBIOLOGI**

Eksplorasi Bakteri Patogen Famili Vibrionaceae pada Teripang (<i>Holothuria scabra</i>) dan Lobster (<i>Panulirus homarus</i>)	446
Dien Arista Anggorowati, Hendra Munandar	
Potensi Bakteri Eksogenous Pendegradasi Polisakarida dari Tambak Pemeliharaan Teripang Pasir (<i>Holothuria Scabra</i>).....	455
Hendra Munandar, Dien Arista Anggorowati	
Klasifikasi Numerik-Fenetik Bakteri Amilolitik Lokal Penghasil Bioplastik Polihidroksibutirat (PHB) berdasarkan Profil Protein Total Sel	464
Nur Arfa Yanti, Nurhayani H.M., L. Sembiring, S. Margino	
Viabilitas <i>Rhizopus</i> sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) Lokal dalam “Ragi Wikau Maombo”	465
Nurhayani H. Muhiddin, Indrawati	
Populasi dan Jenis Bakteri Penambat Nitrogen Simbiotik di Lahan Bekas Tambang Nikel	475
Ramdana Sari, Retno Prayudyaningsih	
Isolasi dan Identifikasi Molekuler Bakteri Penghasil Enzim Kitinase dari Limbah Pengolahan Udang	484
Lasinrang Aditia, Eka Sukmawaty, Mashuri Masri	
Uji Kemampuan Tumbuh Isolat Bakteri terhadap berbagai Konsentrasi Merkuri (Hg)	485
Fahrudin dan Nur Haedar	
Potensi Mikroba Antagonis Lokal untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill) secara <i>in vitro</i>	493
Hilda Karim, Symasiah, Nani Kurnia	
Potensi <i>Trichoderma</i> spp. sebagai Agens Hayati dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan <i>Ganoderma boninense</i>	502
Rachmawaty	
Simbiosis Fungi Mikoriza Arbuskular <i>Glomus</i> pada Beberapa Pohon Hutan Kota Unhas Makassar	510
Resti Ura, Elis Tambaru, Samuel A. Paembonan	
Isolasi dan Identifikasi Bakteri <i>Methanotrof Indigenous</i> Penghasil Enzim Urease (Agen Pereduksi Emisi Gas metan) di Lahan Sawah	518

Maimuna Nonci, Baharuddin, Burhanuddin Rasyid, Pirman	
Potensi <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> Asal Rhizosfer Tanaman Kentang dalam memproduksi Eksopolisakarida dan Melarutkan Fosfat	519
Mu'minah, Baharuddin, Hazarin Subair, Fahrudin, Mika Nomura	
Deteksi Resistensi <i>Mycobacterium tuberculosis</i> terhadap Obat Antituberkulosis Isoniazid (INH) pada Berbagai Konsentrasi	520
Zaraswati Dwyana, Nur Haedar, Endang Sri Wati M	
Deteksi Resistensi <i>Mycobacterium tuberculosis</i> terhadap Obat Antituberkulosis Rifampicin pada Berbagai Konsentrasi	531
Nur Haedar, Zaraswati Dwyana, Ramdha Mawaddha, Muh. Nasrum Massi	
Makalah Bidang Ilmu: KEPENDIDIKAN	
Melawan Lupa: Retensi Pembelajaran Biologi Melalui Penggunaan Media <i>Biocompass</i>	540
Andi Rahmat Saleh	
Mengintegrasikan Keterampilan Proses Sains ke Dalam Kurikulum Mata Kuliah Biologi Dasar	545
Faisal Sudrajat	
Peningkatan Kualitas Pembelajaran Materi Sistem Respirasi Melalui Tim Teaching dan Lesson Study	552
Kartini, Nahda, Andi Asmawati Azis	
Pendekatan Kontekstual dan Pendekatan Konsep dalam Pembelajaran Pencemaran Lingkungan	559
Sitti Saenab, Sri Rahayu Lestari, Yusminah Hala	
Peningkatan Keterampilan Proses Sains Dasar melalui penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (<i>Guided-Inquiry</i>) Siswa Kelas X₂ SMA Negeri 2 Sengkang	560
Muhiddin Palennari, Surya Satar, Sitti Saenab	
Hubungan Pengetahuan Gizi dengan Pola Makan melalui Penerapan Modul Gizi	567
A. Mushawwir Taiyeb, Andi Asmawati A, Lili Handayani	
Pengembangan Karakter Kepemimpinan dan Tanggung Jawab Siswa SMPN 2 Makassar melalui Kegiatan Organisasi SISPALA	575
Harnidah	
Potensi dan Penggunaan Ikan Medaka Lokal sebagai Media Pembelajaran Biologi	582

Irma Andriani, Magdalena Litaay, Rosana Agus, M. Ruslan Umar, Eddy Soekandarsi, Ambeng, Djamaluddin Jompa, Dwi Kesumasari, Zainal Arifin, Yusuke Takehana, Masato Kinoshita, Koji Inoue

Analisis Potensi Pemanfaatan Wilayah Pesisir sebagai Media Alam Kemampuan Asisten Motivasi dan Hasil Belajar Mahasiswa Mata Kuliah Zoologi Invertebrata di Pulau Barranglompo Kota Makassar	583
Ryan Humardani	

MAKALAH PRESENTASI POSTER

Uji Viabilitas dan Vigor Benih Beberapa Varietas Unggul Baru Jagung Selama Penyimpanan	592
Fauziah Koes, Oom Komalasari	

Peranan <i>Anthesis Silking Interval</i> (ASI) dalam Produktivitas Beberapa Genotype Jagung Umur Genjah	600
Fauziah Koes, Ernawati Djaya	

Pengaruh Kualitas Benih Jagung pada berbagai Ruang Penyimpanan terhadap Vigor Benih	607
Anna Sulistyningrum, Oom Komalasari	

Peningkatan Daya Simpan Jagung Bima 19 URI dengan Kombinasi Jenis Kemasan dan Ruang Penyimpanan	615
Anna Sulistyningrum, Ramlah Arief	

Pengaruh Pupuk Nitrogen terhadap Vigor Benih Jagung (<i>Zea mays</i> L.) ...	624
Oom Komalasari, Ramlah Arief	

Pemanfaatan Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan pada Tanaman Jagung	633
Fahdiana Tabri, M. Akil	

Halaman belakang prosiding	
----------------------------------	--

KONTRIBUSI ILMU PENGETAHUAN BIOLOGI UNTUK KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI

Siti Nuramaliati Priyono
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

ABSTRAK

Kekayaan keanekaragaman hayati pada dasarnya dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kesejahteraan masyarakat Indonesia dan dapat menjadi modal dan keunggulan Indonesia dalam menanggapi persaingan global. Namun dilain pihak timbul resiko terhadap kelestarian keanekaragaman hayati yang ada di alam, bila pemanfaatannya dilakukan tanpa memberikan kesempatan pada mereka yang masih hidup di alam bebas untuk mengembangkan populasinya secara normal. Meskipun Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, tetapi Indonesiapun mempunyai jumlah yang cukup banyak jenis-jenis yang terancam punah di dunia. Bahkan banyak jenis yang punah sebelum diketahui nama dan potensinya. Olehkarena itu upaya konservasi keanekaragaman hayati perlu dilakukan baik secara in-situ maupun ex-situ, karena apabila salah satu saja yang dilakukan maka tidak dapat memberikan harapan untuk melestarikan keanekaragaman hayati, sekarang dan dimasa depan. Pola konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia tidak saja bertujuan untuk melestarikan species-species yang ada tetapi juga berusaha untuk memanfaatkannya bagi kepentingan manusia secara lestari. Tiga komponen penting dalam konservasi keanekaragaman hayati adalah Lindungi, Pelajari dan Manfaatkan (Save, study and use it). Konservasi tidak bertentangan dengan pemanfaatan aneka ragam varietas, jenis dan ekosistem untuk kepentingan manusia secara maksimal selama pemanfaatan tersebut dilakukan secara berkelanjutan. Abad ke-21 ini disebut sebagai abad biologi dan tahun 2010-2020 sebagai dekade keanekaragaman hayati. Pada abad ke 21 inilah, saat yang tepat bagi para ahli biologi untuk menunjukkan kontribusinya kepada bangsa Indonesia bahwa melalui penguasaan ilmu pengetahuan biologi, bangsa Indonesia bisa menjadi bangsa yang mandiri dan berdaya saing dengan kekayaan yang berlimpah. Pengelolaan keanekaragaman hayati tanpa didasari oleh pengetahuan tentang kekayaan jenis yang kita miliki, sebaran, potensi, habitat serta ilmu pengetahuan di bidang biologi lainnya, maka kita hanya akan bangga saja menjadi negara yang memiliki kekayaan sumberdaya hayati tanpa dapat memanfaatkannya secara optimal bagi kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Kata Kunci: Keanekaragaman hayati, biologi, konservasi

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, yang meliputi keanekaragaman pada tingkat ekosistem, jenis dan gen. Keanekaragaman hayati menjadikan lingkungan alam ini suatu lingkungan hidup yang mampu menghidupi manusia. Menurut hukum ekologi, semakin tinggi keanekaragaman hayati, maka tatanan lingkungan akan makin stabil keberadaannya atau kondisinya. Kepunahan satu jenis keanekaragaman hayati di muka bumi, berarti berkurangnya tingkat kestabilan ekosistem di bumi. Berhubung manusia tergantung dengan ekosistem alamiah untuk menyediakan makanan, perumahan, pakaian dan obat-obatan, maka hilangnya suatu jenis keanekaragaman hayati membuat kita selangkah lebih dekat pada kepunahan diri kita sendiri.

Keanekaragaman hayati adalah modal dan keunggulan komparatif Indonesia dalam menanggapi persaingan global yang semakin gencar. Apabila

keunggulan ini dikembangkan sehingga mampu memberi nilai tambah pada keanekaragaman hayati, maka terbentuklah produk yang memiliki potensi untuk meningkatkan keunggulan komparatif. Namun Indonesia ternyata merupakan negara yang memiliki daftar terpanjang jenis-jenis keanekaragaman hayati yang terancam punah. Bahkan banyak jenis yang punah sebelum diketahui nama dan potensinya. Masalah rusaknya ekosistem dan tingginya laju penurunan keanekaragaman hayati di negara yang kita cintai ini sudah sampai pada situasi dimana upaya konservasi jenis dan ekosistemnya sudah sangat mendesak dan perlu segera ditangani secara berencana dan berkelanjutan.

Sebagai usaha untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia serta untuk menjamin pembangunan yang berkelanjutan, pemerintah Indonesia telah berupaya melindungi keanekaragaman hayati dari kepunahan dengan beberapa cara yaitu melalui perlindungan hukum serta konservasi secara *in-situ* dan *ex-situ*. Konservasi bertujuan tidak hanya semata-mata agar keanekaragaman hayati itu lestari, tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Suatu pemanfaatan keanekaragaman hayati yang tak terkendali dan terlalu menekankan pada keuntungan jangka pendek adalah suatu tindakan yang mengarah pada penurunan kualitas hidup secara cepat. Oleh karena itu dikenalnya Indonesia sebagai negara yang kaya dengan keanekaragaman hayatinya, akan menjadi kebanggaan semu, apabila Indonesia tidak memiliki kemampuan dalam mengelola secara arif untuk kepentingan masyarakat Indonesia.

II. MANFAAT KEANEKARAGAMAN HAYATI

Meskipun luas wilayah Indonesia hanya melingkupi 1,3% dari luas total daratan dunia, Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Dalam buku Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014 (LIPI, 2014) disebutkan bahwa Indonesia memiliki 1.500 jenis alga, 80.000 jenis tumbuhan berspora berupa jamur, 595 jenis lumut kerak, 2.197 jenis paku-pakuan, 30.000-40.000 jenis tumbuhan berbiji, 720 jenis mamalia, 1.605 jenis burung, 723 jenis reptilia, 385 jenis amphibia, 1.248 jenis ikan air tawar, 3.476 jenis ikan laut, 1.200 jenis krustasea air tawar, 308 jenis krustasea laut terdapat di Indonesia. Sebagian dari kekayaan keanekaragaman hayati yang masih liar tersebut sudah dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai sumber bahan pangan, obat, energi, jasa ekosistem, dll.

a. Sumber Pangan

Potensi sumber pangan yang dimiliki Indonesia tidak hanya sumber pangan dari jenis yang telah dibudidayakan tetapi juga kekayaan keanekaragaman hayati Indonesia lainnya yang masih liar. Sumber pangan karbohidrat dari tumbuhan asli Indonesia diantaranya adalah sagu yang merupakan bahan makanan pokok di Maluku, Papua, Papua Barat dan beberapa di daerah Sumatra, Kalimantan dan Sulawesi. Koleksi plasma Nutfah sagu ada 20 jenis yang berasal dari kabupaten Jayapura-Papua (Novianto *et al*, 1996). Untuk pangan sumber karbohidrat yang berasal dari kekayaan keanekaragaman hayati yang sudah dibudidayakan, Indonesia memiliki kekayaan plasma nutfah padi (4.121 nomor). Selain padi, Indonesia memiliki 77 jenis sumber karbohidrat lainnya seperti ubi

kayu, jagung, ganyong, garut, suwek, sukun, pisang, labu kuning, talas, gembili, gembolo, kentang, dan ubi jalar (Hadi, 2014). Akhir-akhir ini dikenal adanya umbi prospektif karena kandungan karbohidratnya lebih tinggi dari kandungan karbohidrat pada tepung beras, tepung terigu dan tepung jagung, yaitu *Tacca leontopetaloides* (jalawure, kecondang, taka). *Tacca leontopetaloides* ini sudah dimanfaatkan untuk membuat kue dan makanan bayi di Garut Selatan dan Talaud. Koleksi plasma nutfah lainnya sebagai sumber pangan cadangan di Bank Gen BB Biogen meliputi kedelai 993 nomor, kacang tanah 854 nomor, kacang hijau 1.025 nomor, kacang tunggak 230 nomor dan berbagai macam jenis buah-buahan seperti mangga, jeruk, salak, durian, manggis, pisang dsb. (LIPI, 2014)

Untuk pangan sumber protein hewani, Indonesia memiliki kekayaan sumberdaya genetik ternak yang merupakan plasma nutfah potensial yang terdapat dalam ekosistem pertanian, pemukiman dan sudah berperan dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Utoyo (2002) melaporkan sumber daya genetik ternak di Indonesia meliputi ruminansia yang terdiri dari sapi (sekitar 13 rumpun), kerbau (sekitar 9 rumpun), kambing (sekitar 11 rumpun), domba (sekitar 5 rumpun), babi (sekitar 16 rumpun), ayam bukan ras atau buras (sekitar 30 rumpun) dan itik (lebih dari 14 rumpun). Sumber protein hewani lainnya berasal dari kekayaan keanekaragaman hayati yang masih liar atau belum dibudidayakan seperti beberapa jenis mamalia, reptilia, burung dsb. Masyarakat Indonesia banyak memanfaatkan ikan air tawar sebagai sumber protein dengan mengambil langsung dari sungai/danau. Sangat disayangkan bahwa laju kehilangan jenis ikan di perairan Indonesia cukup tinggi. Berdasarkan hasil penelitian staf Pusat Penelitian Biologi-LIPI diketahui bahwa laju kehilangan jenis ikan di DAS Ciliwung pada tahun 2009 adalah 92,5% dan di DAS Cisadane laju kehilangan jenis ikan sebesar 75,6% (Priyono, 2012). Jenis-jenis ikan yang banyak dibudidayakan untuk dikonsumsi adalah hanya beberapa jenis saja bahkan lebih banyak ikan yang bukan berasal dari Indonesia yang banyak dibudidayakan termasuk beberapa jenis ikan Invasif. Bahkan ikan jenis invasif yang banyak dibudidayakan ada yang dilepas di sungai dan danau yang dampaknya dapat menyebabkan kepunahan jenis ikan endemik yang ada di sungai dan danau.

Indonesia juga memiliki kekayaan keanekaragaman sumberdaya laut sebagai sumber pangan yang tiada habisnya. Ikan merupakan kelompok yang hampir semuanya mempunyai nilai ekonomi penting. Komoditas ini dapat dijual sebagai bahan makanan yang berupa daging ikan, sirip ikan, minyak ikan dan tepung ikan. Disamping itu ikan juga dapat dijual sebagai ikan hias. Dalam buku Biodiversitas Biota Laut Indonesia, Suharsono (2014) melaporkan bahwa jenis ikan yang ada di dunia sekitar 32.000 jenis, termasuk ikan tawar dan ikan yang hidup di laut. Di Indonesia hingga saat ini ditemukan sekitar 3.476 jenis ikan laut (LIPI, 2014). Selain ikan, sumber pangan lainnya dari laut antara lain adalah teripang, bulu babi, belut laut, udang, kepiting, moluska, rumput laut dsb.

Selain tumbuhan dan satwa, maka mikroba banyak dimanfaatkan pada pengolahan produk pangan termasuk proses pengawetannya. Produk bahan pangan yang melibatkan mikroba meliputi produk jamur pangan, produk tepung dan roti, produk susu, produk fermentasi kedelai bentuk padat dan cair, produk fermentasi alkoholik dan asam laktat, protein sel tunggal, karotenoid sel tunggal

dan eksopolisakarida asal mikroba. Proses yang melibatkan mikroba dan enzim yang dihasilkannya dapat membawa perubahan seperti yang diinginkan atau ditargetkan dalam merubah bahan mentah menjadi produk olahan dan dikenal sebagai proses fermentasi. Pengolahan fermentasi juga banyak diterapkan dalam produksi kultur mikroba, enzim, rasa, aroma, makanan tambahan dan berbagai produk bernilai tambah lainnya. Produk pangan berkualitas melalui teknologi ini semakin diterapkan di Indonesia. Banyak dari produk-produk bernilai tinggi untuk proses bahan mentah ini juga diimpor oleh banyak negara-negara berkembang untuk digunakan dalam aplikasi pengolahan makanan (LIPI, 2014)

b.Sumber obat

Indonesia merupakan salah satu negara pengguna tumbuhan obat terbesar di dunia bersama Negara lain di Asia seperti Cina dan India. Dari sekitar 30.000-40.000 jenis tumbuhan yang ada di Indonesia, tercatat sebanyak 7.500 jenis tumbuhan telah digunakan secara turun temurun dalam pengobatan tradisional berbagai etnik di tanah air. Namun sangat disayangkan bahwa jenis tumbuhan yang secara rutin termasuk kedalam formulasi bahan obat, *food supplement* atau sediaan lainnya yang beredar dalam bentuk produk komersial tidak lebih dari 30 jenis tumbuhan (LIPI, KPPN & KRT, 2013).

Ketersediaan bahan baku obat merupakan faktor penting bagi industri farmasi nasional, namun sangat disayangkan bahwa 90 persen bahan baku obat di Indonesia masih diimpor. Tingginya impor bahan baku farmasi membuat defisit neraca perdagangan sektor farmasi sangat lebar. Berdasarkan data BPS sepanjang 2010-2014 defisit neraca perdagangan produk farmasi mencapai USD 863,5 juta.

Senyawa murni dari bahan alam sangat penting dalam penemuan obat baru. Obat baru dari bahan alam dapat diperoleh dari berbagai organisme (tumbuhan, satwa, mikroba) yang hidup di darat dan laut. Bahan alam memiliki keuntungan karena dapat berikatan dengan target seluler pada organisme lainnya. Potensi biofarmaka Indonesia yang kaya akan keanekaragaman hayati sangatlah tinggi, bahkan potensi ditemukannya suatu bahan alam baru tidak akan habis-habisnya. Kecenderungan masyarakat dunia yang memprioritaskan produk yang ekologis daripada kimiawi, menyebabkan permintaan terhadap obat bahan alami terus meningkat. Obat bahan alami tersebut umumnya berasal dari keanekaragaman hayati yang ada di hutan-hutan yang mungkin selama ini hanya dianggap sebagai semak belukar yang kurang bermanfaat. Karena laju kehilangan keanekaragaman hayati di Indonesia sangatlah tinggi, maka kegiatan untuk meneliti obat bahan alam baru di Indonesia sudah sangat mendesak dan harus ditingkatkan.

Kegunaan tumbuhan sebagai bahan obat bertumpu pada kandungan senyawa bioaktif yang diproduksi oleh sel-sel tumbuhan tersebut di dalam sistem jalur biosintesis metabolit sekundernya. Dalam pengembangan dan penemuan obat baru, ada empat langkah utama, yaitu (1) dari bahan alam dengan melakukan skrining (penapisan) untuk mencari komponen bioaktif; (2) modifikasi struktur dari bahan obat yang sudah digunakan untuk meningkatkan aktivitas atau mencari aktivitas baru; (3) dari bahan kimia sintesa dan pemodelan hewan percobaan dengan melakukan penapisan skrining bahan-bahan kimia terhadap penyakit (menggunakan pemodelan hewan percobaan) dan (4) dari pendekatan modern

desain obat dengan mendesain obat berbasis mekanisme fisiologi (Kardono, 2004).

Kekayaan keanekaragaman hayati lainnya yang potensial menjadi sumber senyawa obat baru selain tumbuhan adalah satwa dan mikroba. Satwa yang memiliki potensi sebagai bahan obat diantaranya adalah amfibi, ular, laba-laba, undur-undur, lebah, cacing, teripang, spons (invertebrate laut) dan masih banyak lagi yang belum terungkap potensinya. Sebagai contoh, teripang disamping untuk dimakan karena dagingnya, teripang juga dimanfaatkan sebagai makanan kesehatan oleh karena teripang mengandung zat aktif seperti saponin, holoturin dan lain-lain. Bahkan pada akhir-akhir ini banyak dijual sebagai makanan kesehatan dengan nama dagang Gamat, Gamat merupakan nama lokal untuk teripang yang dipakai oleh nelayan di kepulauan Riau dan Malaysia (Suharsono, 2014). Jenis teripang yang diperdagangkan di Asia terdiri dari sekitar 52 jenis. Indonesia dan Philipina merupakan produsen terbesar pengekspor teripang sebanyak 2.572 ton dalam kurun waktu 2000-2005 atau memberi kontribusi sekitar 47% pasar teripang di dunia (Choo, 2008).

Keanekaragaman mikroba sudah sejak lama dieksploitasi untuk memproduksi berbagai macam produk/bahan alam yang bernilai ekonomi tinggi seperti misalnya antibiotika, enzim (biokatalis), biofarmaka dan senyawa aktif lainnya. Mikroba diketahui sebagai sumber senyawa-senyawa aktif dengan kontribusi sekitar 10% dari senyawa alam yang pernah dilaporkan. Demain & Sanchez (2009) melaporkan lebih lanjut bahwa sekitar 22.500 senyawa aktif asal mikroba, aktinomisetes diketahui sebagai sumber utama (45%) diikuti dengan jamur (38%) dan bakteri (17%). Actinomycetes mampu memproduksi berbagai macam senyawa bioaktif (Senyawa yang banyak dikenal saat ini adalah Rapamycin, Rifamycin, dan Doxorubicin). Saat ini koleksi actinomycetes Indonesia di InaCC (*Indonesian Culture Collection*), Puslit Biologi-LIPI tersimpan lebih dari 3.500 isolat murni. Kesempatan besar untuk mengungkapkan potensi lebih lanjut untuk sumber bahan baku obat. Selain Actinomycetes, Indonesia juga memiliki mikroba endofit. Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup berasosiasi dengan tumbuhan sehat yang disinyalir memiliki hubungan symbiosis mutualisma dengan tumbuhan. Golongan mikroba endofit ini, terutama jamur endofit memiliki kemampuan untuk memproduksi metabolit bioaktif dengan spektrum jenis yang luas dengan aktivitas biologi yang bervariasi. Jika dalam satu jenis tumbuhan yang ada di Indonesia ini minimal mengandung 5 jenis mikroba endofit, maka dapat dihitung bahwa hutan Indonesia mengandung minimal 150.000 jenis mikroba endofit yang dalam 2 dasawarsa belakangan ini memperlihatkan potensinya sebagai penghasil bahan obat. Sebagai contoh, sebanyak 22 jenis jamur endofit yang diisolasi dari tumbuhan kina, *Cinchona ledgeriana* dilaporkan memiliki kemampuan untuk memproduksi metabolit bioaktif yang selama ini dikenal sebagai metabolit spesifik pada tumbuhan kina. Jamur endofit tersebut mampu memproduksi keempat jenis alkaloid kina yaitu, kuinina, sinkonidina, kuinidina dan sinkonina (Maehara *et al.*, 2012). Studi tentang jamur endofit tersebut di atas membuktikan bahwa tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku obat tidak hanya secara langsung, akan tetapi juga secara tidak langsung sebagai sumber untuk mengisolasi berbagai jenis

mikroba endofit yang memiliki kemampuan luar biasa. Bahkan jenis-jenis jamur yang biasa dimanfaatkan sebagai bahan pangan ternyata juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan obat. Melalui kegiatan bioprospeksi maka potensi yang tersimpan di dalam mikroba diharapkan dapat digali dan dimanfaatkan untuk pengembangan biokatalis dan sebagainya.

Negara Indonesia memiliki ekosistem lautan lebih luas dibanding ekosistem daratan, dengan berbagai macam keunikan dan kekhasan terkait topografi maupun geografi. Berbeda dengan lingkungan darat, ekosistem lautan adalah sumber daya alam yang kaya dan relatif belum dimanfaatkan. Perkembangan terbaru dalam penemuan obat menunjukkan bahwa mikroba laut juga merupakan sumber potensial baru penghasil produk metabolit sekunder dan memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan jumlah bahan obat alami laut dalam uji klinis. Lebih dari 15.000 bahan obat alami dengan struktur kimia yang sangat beragam dengan bermacam-macam bioaktivitas yang mencengangkan telah diidentifikasi dari lingkungan laut sejak tahun 1970 (Li & Qin, 2005). Sebagai contoh ekstrak dari Rhodobacteracea, bakteri yang diisolasi dari perairan laut Sulawesi dapat menghambat secara kuat terhadap pertumbuhan bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio eltor* (Murniasih *et al.* 2013). Kekayaan keanekaragaman hayati di laut telah menyadarkan dan menarik perhatian peneliti untuk melakukan eksplorasi lebih dalam lagi untuk penemuan obat baru berbasis bahan alam khususnya mikroba (Xiong *et al.* 2013).

Dalam upaya untuk memetakan potensi mikroba yang memiliki keragaman yang sangat tinggi, peneliti perlu melakukan sampling pada ekosistem yang berbeda. Peneliti mikrobiologi perlu bekerjasama dengan peneliti botani dan zoologi sehingga memungkinkan untuk mendapatkan strain yang spesial dengan metabolisme yang dapat menghasilkan bahan kimia aktif baru.

c.Sumber Energi Terbarukan

Krisis energi fosil semakin terasa seiring dengan meningkatnya permintaan BBM (Bahan Bakar Minyak) yang meningkat, dan meningkatnya import solar. Pencarian bahan baku alternatif selain fosil sebagai sumber energi baru merupakan langkah yang perlu dilakukan. Sehubungan dengan hal tersebut, pemerintah meluncurkan kebijakan energi nasional yang komprehensif dengan dikeluarkannya Inpres No. 1/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (biofuel) sebagai bahan bakar lain. Hingga saat ini energi yang diambilkan dari material berbahan dasar dari sumberdaya hayati Indonesia terasa kurang. Pemerintah menetapkan empat komoditas untuk dikembangkan sebagai biofuel, yaitu kelapa sawit, tebu, jagung dan jarak pagar. Namun bila dibandingkan ketiga komoditas lain tersebut CPO lah yang paling cocok untuk dikembangkan. Produktivitas kelapa sawit bila diukur dari rendemen rata-rata menghasilkan 17,26% (LIPI, 2014) .

Berbagai sumber energi berbahan nabati lainnya yang telah dikembangkan adalah biomassa berlignosellulosa. Produksi sellulosa dapat dikembangkan lebih lanjut untuk dapat menghasilkan energi jauh lebih tinggi apabila dilakukan penambahan enzim yang terdapat didalam pupa, larva dan isi perut kumbang. Biofuel dari biomassa alga (ganggang) laut dan air tawar saat ini juga berkembang pesat. Komposisi kimia sel yang terdiri atas protein, karbohidrat,

lemak dan asam nukleat setiap jenis alga berbeda komponennya. Di masa depan bahan bakar hayati (biofuel) dari mikro alga sangat menjanjikan karena mikroalga banyak tumbuh di perairan tawar/asin. Diperkirakan mikroalga mampu menghasilkan minyak 16-20 kali dari kelapa sawit, 71-200 kali lebih banyak dibandingkan dengan tumbuhan penghasil minyak seperti jarak pagar dan bunga matahari (LIPI, KPPN & KRT, 2013).

d. Jasa Ekosistem

Eksistensi manusia tidak dapat dipisahkan dari hubungan biologik dengan lingkungannya. Sistem-sistem alami menghasilkan sumber-sumber kekayaan yang tak dapat dicarikan penggantinya. Kita peroleh keuntungan berupa keindahan, kepuasan batin yang tidak bisa diukur namun berharga.

Jasa ekosistem dipopulerkan dan diformalkan melalui Kajian Ekosistem Millenium PBB tahun 2004 (*Millenium Ecosystem Assesment*, 2005). Masyarakat umum sering belum memahami bahwa tanah, udara, air, kayu, makanan, dan obat-obatan yang diperlukan berasal dari jasa ekosistem. Meskipun penelitian keanekaragaman hayati hanya berfokus pada apa yang terlihat di atas tanah, tetapi hasil penelitian akhir-akhir ini telah juga memperlihatkan dengan jelas bagaimana hubungan yang erat antara keanekaragaman hayati yang diatas dan di dalam tanah. Wardle *et al.* (2004) menjelaskan bahwa untuk menjaga keragaman jenis tumbuhan yang tinggi, harus seiring dengan menjaga tingkat keragaman komunitas mikroba yang ada dalam tanah. Tanah yang kita gunakan untuk pertanian adalah berasal dari proses panjang aktivitas serangga dan mikroba tanah yang dengan konsisten mengurai sampah dan kotoran menjadi tanah subur yang penuh nutrisi. Polutan organik dan anorganik sebagai limbah pertanian-peternakan dan industri dapat diubah menjadi ramah lingkungan dan bahkan bisa dimanfaatkan tidak akan bisa terjadi tanpa peran aktivitas mikroba.

Konsorsium bakteri lokal yang diisolasi dan dikembangkan dari perairan Indonesia untuk bioremediasi mampu menjaga kualitas air agar tetap baik. Konsorsium bakteri yang terdiri dari bakteri nitrifikasi yang mampu mendegradasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat, bakteri denitrifikasi mendegradasi nitrat dan nitrit menjadi gas nitrogen yang akhirnya dilepaskan ke udara dan bakteri fotosintetik anoksigenik (bfa) yang mampu mendegradasi senyawa hydrogen sulfida menjadi unsur belerang yang relative tidak berbahaya dapat dibungkus dalam kapsul dan dijadikan sumber industri penjernih limbah (LIPI, KPPN & KRT, 2013).

Dari sisi keilmuan, pemahaman keanekaragaman mikroba banyak bermanfaat untuk mengklarifikasi peran dan fungsi mikroba dalam menjaga ekosistem, menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah serta peran penting dalam mengatasi masalah pencemaran lingkungan. Sebagai makhluk hidup yang tidak kasat mata, mikroba mempunyai peran vital dalam setiap kehidupan di bumi baik secara langsung maupun tidak langsung. Keberadaan mikroba mempunyai arti yang sangat penting dalam konsep keanekaragaman hayati secara keseluruhan, tanpa ada peran mikroba sudah dipastikan tidak akan ada ekosistem yang bersifat berkelanjutan (Hawsworth, 1992).

Pemencaran biji oleh satwa merupakan salah satu jasa di dalam ekosistem yang sering dilupakan dan sangat sulit untuk dilakukan valuasi ekonominya.

Pada lokasi yang sudah terbuka dan mengalami kerusakan yang disebabkan oleh faktor alam, bencana dan kegiatan manusia, satwa pemencar biji merupakan salah satu yang memegang peran penting dalam pemulihan ekosistem. Proses pemencaran biji dilakukan oleh satwa pemakan buah, antara lain kelompok burung dan mamalia. Beberapa kelompok mamalia juga dikenal sebagai pemencar biji seperti kelelawar pemakan buah. Berbeda dengan burung, kelelawar tidak memakan buahnya secara utuh tetapi hanya menghisap-hisap cairan daging buahnya sedangkan biji dari buahnya dimuntahkan kembali. Kelelawar yang dianggap membantu pemencaran biji adalah codot seperti codot krawar (*Cynopterus brachyotis*), codot sulawesi (*Cynopterus luzoniensis*), codot nusa tenggara (*Cynopterus nusatenggara*). Selain kelelawar, kera (*Macaca fascicularis*) dan musang luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*) juga dapat dijadikan contoh jenis yang berjasa dalam penyebaran biji. Proses penyebarannya biji mirip burung yaitu melalui pencernaan dan proses pembuangan feses. Pada lereng atau tebing-tebing terjal peranan satwa pemencar biji sangatlah mutlak untuk menyebarkan tumbuhan sehingga dapat menghijaukan kawasan tersebut. Sangatlah tidak mungkin manusia menanam pohon di tebing terjal seperti di lereng menara karst pada lahan bukan miliknya dan hanyalah jasa burung dan kelelawar yang mampu memencarkan biji mencapai lokasi tersebut. Biji yang jatuh secara alami tumbuh dan menghijaukan kawasan terjal tersebut (LIPI, 2014).

Di hutan hujan tropis Kalimantan, orangutan ternyata mempunyai peran penting sebagai penyebar biji dari jenis tumbuh-tumbuhan hutan hujan tropis. Orangutan Kalimantan itu membantu menyebarkan sekitar 200 jenis biji buah-buahan yang dimakannya dan sekitar 70 persen diantara buah-buahan yang dikonsumsi mempunyai nilai ekonomi yang penting. Beberapa jenis kayu tropis yang dibantu penyebarannya antara lain getah merah yang merupakan bahan mentah karet alam, jelutong yang dipakai sebagai bahan mentah pembuatan permen karet, dan ramin. Jenis kayu tropis ini banyak diekspor ke beberapa negara dan mempunyai nilai tinggi untuk bahan mebel dan bangunan. Adanya keterkaitan antara orangutan dengan ekosistem hutan tropis boleh dibilang sangat penting dan punya implikasi yang signifikan terhadap konservasi jenis tumbuhan lain (Daryadi, dkk., 2002).

Para ilmuwan menemukan bahwa hanya satu dari 760 jenis pohon yang penyerbukannya bergantung kepada angin. Karenanya kebanyakan jenis pohon dan tumbuhan lain bergantung pada makhluk seperti burung, serangga dan kelelawar untuk menyebarkan tepung sari dan biji (Myers, 1991). Di tempat yang relatif terbuka, dimana angin dapat bertiup cukup memadai, pengiriman tepung sari dapat dilakukan dengan bantuan angin. Di tempat yang relatif lembab maka tepung sari menjadi relatif lembab sehingga sulit untuk diterbangkan oleh angin. Pengiriman tepung sari lebih sesuai jika dibantu oleh satwa penyerbuk seperti serangga, burung atau Kelelawar. Oleh sebab itu tidak mengherankan jika Free (1993) berpendapat bahwa tumbuhan dikawasan tropika umumnya penyerbukan bersifat entomofili atau pembungaannya banyak dibantu oleh serangga. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Kebun Raya Bogor menunjukkan bahwa setidaknya terdapat 52 jenis tumbuhan yang pembungaannya dan pembuahannya tergantung pada

kelelawar. Sebagai contoh buah durian, kapok pisang, petai, sangat tergantung keberadaan kelelawar dan tanpa ada kelelawar buah-buah tersebut sangat sulit akan terjadi pembuahan.

Keberadaan kelelawar pemakan serangga sangat penting sebagai penyeimbang lingkungan dan untuk mengurangi kerusakan lingkungan. Sebagai pemangsa serangga, kelelawar dalam masa-masa kawin dan menyusui dalam satu malam mampu mengkonsumsi lebih dari bobot tubuhnya, dan rata-rata kelelawar dalam satu hari makan 4 kali atau sekitar dua jam sekali kelelawar akan terbang mencari pakan. Kemampuan kelelawar dalam mengurangi serangga hama sangat tinggi (LIPI, KPPN & KRT, 2013)

III.MASALAH YANG DIHADAPI

Meskipun Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi di dunia, tetapi ternyata Indonesiapun mempunyai jumlah yang cukup banyak jenis-jenis yang terancam punah di dunia. Faktor-faktor utama yang mengancam kepunahan adalah kerusakan habitat, perburuan, introduksi species dan adanya konversi habitat-habitat alam ke penggunaan lainnya (WCMC, 1992).

Soemarwoto (1992) menyatakan bahwa kepunahan pada akhirnya memang nasib dari semua jenis. Meskipun demikian, permasalahannya karena laju kepunahan dalam beberapa dekade terakhir abad ke 20 adalah 40 sampai 400 kali laju “normal kepunahan”. Diperkirakan satu jenis punah setiap harinya (KMNLH 1997) di Indonesia. Manusia merupakan faktor penyebab terjadinya berbagai masalah ekologi, terutama melalui kegiatan eksploitasi dan kerusakan lingkungan. Musnah ataupun hilangnya suatu jenis, telah menyebabkan kehilangan sumberdaya yang berharga untuk mendukung kehidupan manusia, serta kehilangan dari anggota-anggota sistem kehidupan yang sangat kompleks dan sulit untuk diperoleh penggantinya. Kepunahan jenis adalah suatu peristiwa alami, tetapi pelanggaran yang dilakukan manusia seringkali mempercepat proses kepunahan jenis. Sekarang ini, laju kepunahan jenis lebih tinggi disebabkan oleh kegiatan manusia. Di masa geologi yang lalu jenis yang punah akan digantikan oleh jenis baru yang berkembang mengisi celah atau ruang yang ditinggalkan. Pada saat sekarang, hal ini tidak akan mungkin terjadi karena banyak habitat telah hilang. Setiap jenis mempunyai suatu batas luas habitat yang kritis/minimum dimana jenis yang bersangkutan dapat bertahan hidup dan berkembangbiak secara normal. Ketika suatu populasi yang tersebar luas terpecah menjadi dua atau lebih sub-populasi, masing-masing dengan daerah yang terbatas, fragmentasi habitat juga dapat mempercepat penurunan populasi dan bahkan kepunahan. Jenis-jenis di pulau lebih rentan kepunahan daripada jenis di daratan utama (Indrawan, Primack & Supriatna, 2007)

Ancaman terhadap keanekaragaman hayati selain karena penyusutan dan kerusakan hutan, tetapi juga karena terjadinya pemanfaatan yang berlebihan yang belum didasarkan pada daya pemulihannya. Suatu pemanfaatan yang tak terkendali dan terlalu menekankan pada keuntungan jangka pendek adalah suatu tindakan yang semakin mempercepat laju penurunan keanekaragaman hayati. Permasalahan yang dihadapi Indonesia dalam mengelola keanekaragaman hayati antara lain:

- a. Pengetahuan tentang kekayaan keanekaragaman hayati masih sedikit sekali.
- b. Kurang tersedianya tenaga yang pakar dalam bidang sistematik yang merupakan kerangka dasar dari biologi dan dasar untuk pengelolaan keanekaragaman hayati
- c. Pemanfaatan keanekaragaman hayati yang langsung dari populasi alamnya belum sepenuhnya didasarkan atas pemulihannya. Sebagai akibatnya banyak jenis yang menyusut populasinya. Bahkan beberapa jenis yang memiliki penyebaran terbatas mulai melangka.
- d. Konsep pemanfaatan keanekaragaman hayati secara berlanjut atau lestari belum dikembangkan dengan dasar ilmiah.
- e. Usaha pengembangbiakkan sumberdaya hayati yang bernilai ekonomi masih belum dikembangkan.

IV. UPAYA KONSERVASI

Pada dasarnya, kekayaan keanekaragaman hayati yang ada di muka bumi ini dapat dimanfaatkan oleh manusia. Namun pengetahuan manusia yang terbatas menyebabkan baru sedikit saja yang diketahui, dapat diolah dan dimanfaatkan. Agar dapat mengetahui manfaatnya, maka diperlukan penelitian terhadap keanekaragaman hayati di habitat asal mereka. Dengan keterbatasan jumlah peneliti dan kemampuan peneliti didalam mengungkapkan kekayaan jenis dan potensinya, maka cara paling ampuh untuk tetap dapat memanfaatkannya adalah melindungi mereka pada habitat aslinya. Melindungi keanekaragaman hayati adalah sangat penting, karena setiap jenis (termasuk jenis yang telah dibudidayakan) mengandung sumberdaya genetik tertentu dan memegang peranan tertentu dalam ekosistem dimana jenis tersebut terdapat. Perlindungan jenis dan genetik merupakan kegiatan yang sulit dipisahkan satu sama lain. Di dalam setiap jenis terkandung variasi genetik yang jumlahnya sulit diketahui. Sistem perlindungan jenis merupakan mekanisme terpenting untuk menyelamatkan kandungan gen di dalamnya. Urgensi konservasi keanekaragaman hayati dipandang dari segi politik, ekonomi, sosial budaya, dan lingkungan tidak mungkin ditunda karena kurangnya pengetahuan mengenai keanekaragaman hayati yang komprehensif.

Konservasi dapat diartikan sebagai suatu usaha pengelolaan yang dilakukan oleh manusia dalam memanfaatkan biosfir sehingga dapat menghasilkan keuntungan sebesar-besarnya secara berkelanjutan untuk generasi manusia saat ini, serta tetap memelihara potensinya untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan dan aspirasi-aspirasi generasi-generasi yang akan datang. Pengertian tersebut juga menekankan bahwa konservasi tidak bertentangan dengan pemanfaatan aneka ragam varietas, jenis dan ekosistem untuk kepentingan manusia secara maksimal selama pemanfaatan tersebut dilakukan secara berkelanjutan. Berdasarkan penjelasan tersebut di atas, maka ada tiga komponen penting dalam konservasi keanekaragaman hayati yaitu Lindungi, Pelajari dan Manfaatkan (*Save, study and use it*).

Dalam upaya menekan laju penurunan keanekaragaman hayati, pemerintah telah mengeluarkan undang-undang antara lain adalah UU no.5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, UU No. 5

tahun 1994 tentang pengesahan konvensi keanekaragaman hayati, serta telah dikeluarkannya Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no.7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 8 tahun 1999 tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan dan Satwa. Di dalam keseluruhan usaha konservasi keanekaragaman hayati, prioritas paling utama adalah konservasi di habitat asalnya atau habitat alaminya (konservasi *in-situ*) seperti dalam suaka alam, taman Nasional, taman hutan raya, taman wisata dan taman buru. Meskipun demikian, dalam keadaan tertentu, dimana habitat telah sedemikian rusak atau populasi telah menurun begitu rendah sehingga sulit untuk menjamin bahwa jenis yang termaksud akan mampu berkembangbiak dan bertahan hidup secara alami, maka perlu dilakukan konservasi di luar habitat aslinya (konservasi *ex-situ*) seperti kebun botani (kebun raya), arboretum, kebun binatang (taman satwa).

Konservasi perlu dilakukan baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*, karena apabila salah satu saja yang dilakukan maka tidak dapat memberikan harapan untuk melestarikan keanekaragaman genetik, sekarang dan dimasa depan (Robert & Prescott-Allen, 1991). Menurut Wolf (1991), konservasi keanekaragaman hayati yang berhasil kurang bergantung kepada usaha bagaimana menghindarkan manusia dari ekosistem yang rawan tetapi lebih kepada bagaimana meyakinkan manusia berbuat hal yang benar ketika berada dalam ekosistem tersebut.

Meskipun konservasi *in-situ* merupakan prioritas utama untuk mempertahankan keanekaragaman hayati, tetapi dengan hanya melindungi habitatnya saja dan pengawasan terhadap pemanfaatannya dari alam, tidak akan memberikan harapan untuk melestarikannya. Konservasi *ex-situ* merupakan penunjang keberhasilan konservasi *in-situ* untuk tingkat jenis dan dalam jenis. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah pemanfaatan jenis-jenis tertentu, walaupun statusnya tidak langka atau penyebarannya meliputi beberapa daerah yang cukup luas, tetapi apabila pemanfaatannya dilakukan hanya pada populasi yang sama, maka akan menurunkan keanekaragaman genetik dari jenis tersebut. Untuk kasus ini, maka tindakan konservasi *ex-situ* terhadap populasi tersebut sangat diperlukan melalui upaya pengembangbiakannya. Konservasi *ex-situ* mempunyai kedudukan yang strategis dan menentukan sebagai benteng terakhir dan pendukung utama dalam pelestarian jenis (genetik). Dalam kasus demikian, konservasi *ex-situ* mengemban fungsi dan peran sebagai benteng, bank dan/atau cadangan plasma nutfah (*germplasm*) bagi kepentingan pelestarian *in-situ*, antara lain melalui pemulihan populasi (*restocking*) ke habitat alaminya.

Saat ini Indonesia memiliki empat Kebun Raya yang bersifat nasional yang dikelola oleh LIPI, yaitu Kebun Raya Bogor (mengelola tumbuhan dari dataran rendah basah), Kebun Raya Cibodas (mengelola tumbuhan dataran tinggi basah), Kebun Raya Purwodadi-Pasuruan (mengelola tumbuhan dataran rendah kering), serta Kebun Raya Bali (mengelola tumbuhan dataran tinggi kering). Keempat Kebun Raya yang ada sekarang baru memiliki kawasan seluas 451.5 ha dan mengkonservasi lebih dari 65.000 spesimen tumbuhan, yang mencakup setidaknya 3.000 jenis tumbuhan asli Indonesia dan sekitar 20 persen jenis tumbuhan Indonesia terancam kepunahan. Jumlah ini relatif masih sangat sedikit dibandingkan dengan tingginya keanekaragaman tumbuhan Indonesia. Dalam

rangka meningkatkan pelestarian tumbuhan dan sekaligus sebagai wahana penyadaran ilmu pengetahuan telah dibangun kebun raya daerah. Perluasan pembangunan kebun raya daerah telah diatur dalam Perpres No. 93 tahun 2011 tentang Kebun Raya. Pengelolaan Kebun raya ini didukung oleh kegiatan penelitian yang dilakukan oleh Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI. Sampai dengan tahun 2013 telah ada 21 kebun raya daerah (baru) dengan luas lebih dari 3.600 ha dan koleksi sekitar 10 ribu spesimen (LIPI, 2014). Semua kebun raya daerah yang dikembangkan tersebut difokuskan pada jenis tumbuhan asli terutama jenis endemik, terancam kepunahan dan berpotensi yang dapat mengembalikan fungsi ekosistem.

V. STRATEGI PENGELOLAAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Negara-negara yang memanfaatkan keanekaragaman hayati untuk kesejahteraan bangsanya dan mampu mengurangi laju penurunan keanekaragaman hayati, memiliki keunggulan di atas negara-negara yang laju penurunan keanekaragaman hayatinya sangat tinggi. Pengelolaan sistem-sistem yang efektif dapat menjamin agar sumberdaya hayati tidak hanya bertahan hidup tetapi meningkat ketika dimanfaatkan, sehingga membentuk dasar untuk pembangunan yang berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan merupakan pembangunan yang berusaha memenuhi kebutuhan hari ini tanpa mengurangi kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka..

Agar upaya pemanfaatan keanekaragaman hayati dapat berlangsung secara berkelanjutan maka upaya konservasi harus berpijak pada dukungan Ilmu pengetahuan biologi. Tanpa usaha untuk mengembangkan ilmu pengetahuan yang dibutuhkan, maka Indonesia akan selalu bergantung pada kemampuan luar. Perkembangan ilmu pengetahuan yang makin pesat, persaingan antar bangsa yang semakin ketat, serta dampak arus globalisasi yang semakin meluas, menuntut pemanfaatan, pengembangan, dan penguasaan ilmu pengetahuan secara tepat, cepat dan cermat serta bertanggung jawab agar mampu memacu pembangunan menuju terwujudnya masyarakat yang mandiri, maju dan sejahtera.

Permasalahan yang dihadapi Indonesia dalam mengelola kekayaan keanekaragaman hayati diantaranya adalah masih kurang dikuasainya ilmu pengetahuan biologi, antara lain pengetahuan kita tentang kekayaan keanekaragaman hayati masih sedikit sekali. Keadaan ini membawa kita berpikir bagaimana dapat memahami kekayaan keanekaragaman hayati lebih cepat. Faktor utama yang menghalangi upaya ini adalah tidak tersedianya tenaga yang trampil dalam jumlah yang cukup serta fasilitas pendukung untuk mengadakan inventarisasi dan pemantauan.

Salah satu strategi dalam pengelolaan keanekaragaman hayati agar pemanfaatannya dapat dilakukan secara lestari adalah perlu dilakukannya inventarisasi dan pemantauan. Untuk menetapkan suatu jenis yang dilindungi atau menentukan besarnya jumlah tangkap/pengambilan dari alam harus didasarkan pada informasi yang memadai tentang populasi, serta penyebarannya. Informasi tentang kondisi populasi dapat dibagi ke dalam tiga katagori utama: yaitu jumlah total, ukuran dan struktur populasi, serta penyebaran dan pergerakan.

Dengan disahkannya Konvensi Keanekaragaman Hayati oleh Pemerintah Indonesia pada tanggal 1 Agustus 1994 melalui Undang-undang Nomor 5 tahun 1994, komitmen untuk memantau keanekaragaman hayati menjadi kewajiban seluruh instansi di berbagai sektor pembangunan, baik pemerintah maupun swasta. Sehubungan dengan hal tersebut, maka inventarisasi dan pemantauan tumbuhan dan satwa akan memberikan manfaat bagi upaya konservasi dan pemanfaatannya secara berkelanjutan.

Sebelum inventarisasi dilakukan, perlu pengenalan jenis seperti tanda-tanda morfologi yang dimiliki, sehingga dapat dikenali dan dibedakan individu-individu dalam suatu kelompok atau golongan. Dasar dari pengetahuan demikian adalah sistematik yaitu ilmu yang membidangi penamaan dan penggolongan organisme dalam suatu kelompok atau golongan dan mempelajari keterkaitan antara jenis. Untuk mengetahui kecenderungan perkembangan populasi jenis dari waktu ke waktu diperlukan pelaksanaan pemantauan. Pemantauan secara berkala perlu dilakukan, terutama terhadap jenis-jenis yang dilindungi dan jenis-jenis yang diperdagangkan dan mengalami tekanan perburuan atau yang mengalami tekanan terhadap habitatnya. Pemantauan dilaksanakan melalui survey dan pengamatan terhadap potensi jenis secara berkala. Manfaat pemantauan antara adalah (1) sebagai dasar penilaian kondisi keanekaragaman hayati dan perubahan menurut ruang dan waktu, sehingga efektivitas pengelolaannya dapat dievaluasi dan pemanfaatannya dapat dilakukan secara berkelanjutan, (2) sebagai dasar konservasi dan pengelolaan populasi jenis langka/terancam kepunahan dan/atau jenis lain yang penting secara ekologis seperti species migrant dan species indikator.

Kecepatan dan ketepatan dalam mengidentifikasi jenis adalah komponen yang penting dari program inventarisasi dan pemantauan keanekaragaman hayati. Permasalahannya di Indonesia adalah jumlah pakar taksonomi yang melakukan identifikasi jenis tidak memadai dengan jumlah jenis yang ada di Indonesia dan dengan wilayah Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau. Keadaan ini menjadi tantangan bagi pakar Biologi untuk dapat memperoleh informasi keanekaragaman jenis yang ada di Indonesia ini lebih cepat dengan data yang benar dan dapat dipercaya. Para pakar Biologi perlu menggunakan tehnik untuk lebih mempercepat identifikasi jenis. Salah satu tehnik identifikasi jenis yang saat ini banyak digunakan di dunia, dan sebetulnya sudah bisa dilakukan di Indonesia, adalah dengan menggunakan Barcoding DNA. Barcoding DNA adalah tehnik identifikasi jenis berdasarkan 650 bp gen mitochondrial, *cytochrome oxidase I* (COI). Melalui Barcoding DNA, kita dapat memahami lebih mendalam tentang keanekaragaman hayati dan sangat berkaitan dengan isu konservasi seperti upaya perlindungan jenis, pemantauan populasi, pemantauan perdagangan ilegal, kontrol import/eksport, pengelolaan populasi di penangkaran, *law enforcement*, dsb. Untuk permasalahan jenis yang secara morfologi sulit dibedakan, maka dengan Barcoding DNA akan mudah membedakan jenis (Priyono & Astuti, 2007).

Selain inventarisasi dan pemantauan keanekaragaman hayati tingkat jenis, maka kita juga perlu mengetahui keanekaragaman hayati tingkat genetik dalam suatu populasi sebagai dasar pengelolaan jenis agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Keanekaragaman genetik merupakan bagian integral dari

keanekaragaman hayati, karena apabila keanekaragaman genetik dibiarkan menurun, maka dengan populasi yang terus semakin mengecil akan membawa suatu jenis akan cepat mengalami kepunahan. Keanekaragaman genetik dalam suatu populasi sangat dibutuhkan untuk memperoleh sifat-sifat yang baik seperti perkembangan normal, efisiensi metabolik, fertilitas, daya hidup, ketahanan penyakit dan sebagainya. Menurunnya keanekaragaman genetik akan membahayakan suatu populasi, yang dapat mempercepat laju kepunahannya. Perlindungan jenis dan genetik merupakan kegiatan yang sulit dipisahkan satu sama lain. Di dalam setiap jenis terkandung variasi genetik yang jumlahnya sulit diketahui. Sistem perlindungan tingkat jenis merupakan mekanisme terpenting untuk menyelamatkan kandungan gen di dalamnya. Apabila terjadi kepunahan maka sumberdaya genetik tidak dapat dibentuk kembali padahal potensi genetik unik yang terkandung didalamnya belum banyak diketahui, untuk itu diperlukan upaya untuk pelestarian dan pemanfaatan secara berkelanjutan. Sumber daya genetik merupakan unsur penting dalam kegiatan pemuliaan untuk pembentukan bibit unggul. Kegiatan pengelolaan sumberdaya genetik mencakup eksplorasi/inventarisasi, karakterisasi/identifikasi, evaluasi, dokumentasi dan konservasi/pelestarian (Priyono, 2012).

Tantangan lainnya dalam pengelolaan keanekaragaman hayati di Indonesia adalah mempercepat penguasaan ilmu pengetahuan biologi untuk mengungkap dan mengolah potensi keanekaragaman hayati agar nilai manfaatnya dapat ditingkatkan untuk menyejahterakan masyarakat Indonesia. Pengembangbiakan tumbuhan dan satwa di luar habitat aslinya, terutama tumbuhan dan satwa yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan bernilai ekonomi tinggi, perlu dilakukan sebelum suatu jenis tersebut menurun sampai pada jumlah yang sangat kritis. Usaha pengembangbiakan tumbuhan dan satwa liar di penangkaran adalah usaha yang perlu dikembangkan untuk menunjang konservasi *ex-situ*. Penangkaran adalah upaya perbanyakkan melalui pengembangbiakan dan pembesaran dengan tetap mempertahankan kemurnian jenisnya. Ada perbedaan yang prinsip antara penangkaran dalam rangka budidaya dan penangkaran dalam rangka konservasi. Perbedaan utama pada budidaya adalah oleh manusia, untuk manusia dan mengutamakan perubahan. Sedangkan konservasi oleh manusia, untuk alam dengan mengutamakan kestabilan sifat serta menyangkut penilaian genetika populasi.

Penangkaran dapat berhasil apabila kita dapat membentuk suatu lingkungan buatan yang sesuai untuk hidup dan berkembangbiaknya jenis yang ditangkarkan tersebut. Untuk keberhasilan penangkaran tersebut, contohnya pada satwa liar maka kita perlu mengetahui jenis kelamin, lamanya mengeram/mengandung, sex ratio pada waktu lahir/menetas, berat lahir/tetas, ciri-ciri perkembangan anak, umur saat disapih/bisa terbang, dewasa kelamin, ciri-ciri kopulasi, lamanya siklus estrus dan pengamatan perilaku. Selain hal tersebut, kita juga perlu mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi reproduksi seperti perilaku kawin, genetik, faktor lingkungan (suhu, kelembaban, cahaya) dan faktor lainnya seperti umur, nutrisi dan variasi musim (Priyono, 2012). Data data yang diperoleh dari tempat-tempat penangkaran tersebut dapat dipergunakan untuk dasar-dasar pertimbangan dalam pengelolaan satwa liar di kawasan pelestarian

alam. Hal ini perlu dilakukan sebelum suatu jenis tersebut menurun sampai pada jumlah yang sangat kritis.

Banyak negara-negara yang telah berhasil mengembangkan jenis-jenis tumbuhan dan satwa yang berasal dari Indonesia di penangkaran. Sudah saatnyalah penelitian-penelitian diarahkan untuk mendukung upaya pengembangbiakan tumbuhan dan satwa asli Indonesia di Indonesia. Jangan sampai suatu saat kita harus mengimpor tumbuhan dan satwa asli Indonesia dari negara lain. Harus diakui bahwa tidak semua tumbuhan dan satwa dapat mudah dikembangbiakan di penangkaran dan memang tidak mudah untuk memulai penangkaran suatu jenis tumbuhan atau satwa. Meskipun demikian dengan mempelajari pengalaman ahli-ahli penangkar di luar negeri dan juga mengadakan penelitian-penelitian yang menunjang keberhasilan suatu penangkaran, maka diharapkan kita dapat menguasai teknik penangkaran dan berhasil mengembangkan tumbuhan atau satwa asli Indonesia.

VI. PENUTUP

Indonesia yang terletak di kawasan tropis, memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dengan tingkat endemisitas yang tinggi, tanah yang subur dan cahaya matahari yang berlimpah. Kekayaan dan kondisi tersebut dapat menjadi modal pembangunan dan meningkatkan posisi daya saing Indonesia di dunia. Dalam persaingan ekonomi antar bangsa di abad ke-21 ini, kontribusi ilmu pengetahuan biologi menjadi penting untuk konservasi keanekaragaman hayati Indonesia. Sudah seharusnya penelitian keanekaragaman hayati menjadi kegiatan prioritas nasional dan perlu didukung oleh para pengambil kebijakan.

Indonesia telah meratifikasi Konvensi Keanekaragaman Hayati (*Convention on Biodiversity/CBD*) sejak tahun 1994 dan disahkan melalui UU No. 5 Th. 1994. Sebagai konsekuensinya, Indonesia wajib melaksanakan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Konvensi. Panduan bagi tindakan untuk menyelamatkan, mempelajari dan memanfaatkan (*save, study and use it*) kekayaan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan dan berimbang telah tertuang dalam buku Strategi Keanekaragaman Hayati Global (*“Global Biodiversity Strategy”*) yang diterbitkan pada tahun 1992. Dalam buku panduan tersebut menguraikan beberapa tindakan yang perlu dilakukan oleh Negara-negara yang telah meratifikasi CBD termasuk Indonesia, antara lain adalah: melaksanakan inventarisasi dan pemantauan keanekaragaman hayati nasional, meningkatkan penelitian dasar dan terapan tentang keanekaragaman hayati, membuat database, dan mengembangkan koleksi ilmiah keanekaragaman hayati. Bahkan dalam UU No.5 Th. 1994 pun termuat hal sebagai berikut: “komitmen untuk memantau keanekaragaman hayati menjadi kewajiban seluruh instansi di berbagai sektor pembangunan, baik pemerintah maupun swasta”. Di berbagai negara maju, kebijakan ilmu pengetahuan semakin terintegrasi dan melahirkan kebijakan pembangunan secara berkelanjutan serta untuk meningkatkan daya saing bangsa. Negara yang mampu menguasai, memanfaatkan, dan memajukan Ilmu pengetahuan akan dapat memperkuat posisinya dalam pergaulan dan persaingan antar bangsa di dunia. Oleh karena itu, pengelolaan keanekaragaman hayati tanpa didasari oleh penguasaan ilmu

pengetahuan biologi serta ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) di bidang ilmu lainnya, maka kita hanya akan bangga saja menjadi negara yang memiliki kekayaan keanekaragaman hayati tanpa dapat memanfaatkannya secara optimal bagi kesejahteraan masyarakat dan daya saing bangsa Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Choo, P.S. 2008. Population Status, Fishery and Trade of Sea Cucumbers in Asia. In: *Sea cucumbers A global review of Fishery and Trade*. Torai Granda V. Lovate, I and A. Vasconcellos (Eds). Rome, 81-118.
- [2] Daryadi, L, Q.A.B. Priarso, T.S. Rostian & E. Wahyuningsih. 2002. *Konservasi Lansekap*. PKBSI, Jakarta
- [3] Demain, A.L. & Sanchez, S. 2009. Microbial Drug Discovery: 80 Years of Progress. *The Journal of Antibiotics* 62 (1): 5-16.
- [4] Free, J.B. 1993. *Insect Pollination of Crops*. Second Edition. Academic Press.
- [5] Hadi, P. 2014. Kedaulatan Pangan: Kemandirian, Pemberdayaan dan Pemberantasan Kemiskinan. Makalah dalam pokok pikiran untuk *Diskusi Panel Ikatan Alumni Akademi Pertanian* Ciawi, Bogor, 26 Maret 2014.
- [6] Hawsworth, D.I. 1991. The Fungal Dimension of Biodiversity: Magnitude, Significance and Conservation. *Mycological Research* 95: 641-655.
- [7] Indrawan, M, Primack, R.B., & Supriatna, J. 2007. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia.
- [8] Kardono, L.B.S. 2004. Developing Drugs and Pharmaceuticals Small and Medium Scale Enterprises: An Indonesian Case Study, *2nd International Symposium on Current Trend on Drug Discovery Research*, Lucknow, India, 17-20 February, 2004.
- [9] KMNLH (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup). 1997. *Agenda 21 Indonesia: A National Strategy for Sustainable Development*. KMNLH dan UNDP, Jakarta.
- [10] Li, X & Qin, L. 2005. Metagenomics-Based Drug Discovery and Marine Microbial Diversity. *Trends Biotechnol.* 23 (11): 539-543.
- [11] LIPI. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. LIPI Press, Jakarta
- [12] LIPI, KPPN & KRT, 2013. *Bioresources untuk Pembangunan Ekonomi Hijau*. LIPI Press, Jakarta

-
- [13]Maehara, S., Simanjuntak, P., Kitamura, C., Ohashi, K., & Shibuya,H. 2012. Bioproduction of Cinchona alkaloids by the endophytic fungus *Diaporthe* sp associated with *Cinchona ledgeriana*. *Chem.Pharm.Bull.* 60 (10):1301-1304.
- [14]Myers, N. 1991. Sumber Utama Kehidupan Hutan Tropik dan MasaDepan Kita. Dalam: Kartawinata, K & A. J. Whitten. *Krisis Biologi – Hilangnya Keanekaragaman Biologi*. Yayasan Obor Indonesia. Hal. 39-57.
- [15]Murniarsih, T., Kosela, S., Kardono, L.B.S. & Priyono, W. 2013. Antibacterial Properties of *Rhodobacteracea bacterium* Sp.2.11 Isolated from Sponge *Aaptos aaptos* Collected from Barrang Lompo East Sulawesi. *Asian Journal of Biotechnology*. 5:21-32.
- [16]Novarianto, H., Miftahorrachman, Maskromo, I. & Mangindaan. 1996. Keragaman dan kemiripan tipe-tipe sagu asal Desa Kehiran, Kecamatan Sentani, Kabupaten Jayapura, Irian Jaya. *Jurnal Littri* 1(5): 227-339.
- [17]Priyono, S.N. 2012. Satwa Nusantara. *Seminar Nasional “Konservasi dan Pemanfaatan Berkelanjutan Plasma Nutfah Satwa Nusantara”*. Bogor, 5 September 2012.
- [18]Priyono, S.N. dan D. Astuti. 2007. Barcoding DNA untuk identifikasi dan konservasi fauna. *Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional IX (KIPNAS-IX)*. Jakarta, 20-22 November 2007.
- [19]Robert & C. Prescott-Allen. 1991. Masalah Pelestarian in-situ Sumber Genetik Pertanian. Dalam: Kuswata, K. & A.J.Whitten. *Krisis Biologi-Hilangnya Keanekaragaman Biologi*. Yayasan Obor Indonesia. Hal. 143-158.
- [20]Suharsono. 2014. *Biodiversitas Biota Laut Indonesia*. Jakarta, Puslit Oseanografi-LIPI
- [21]Soemarwoto, O. 1992. *Indonesia dalam Kancah Isu Lingkungan Global*. P.T.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [22]Utoyo, D.P. 2002. Status Manajemen Pemanfaatan dan Konservasi Sumber Daya Genetik Ternak (Plasma Nutfah) di Indonesia. *Workshop Nasional I The State of Indonesia Animal Genetic Resources*, Jakarta.
- [23]Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Klironomos, J.N. Seta’la, H., van der Putten, W.H., & Wall, D.H. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science* 304, 1.629-1.633.
- [24]WCMC. 1992. *Global Biodiversity – Status of the Earth’s Living Resources*. Chapman & Hall. London.

- [25]Wolf, E.C. 1991. Diambang Kepunahan: Melestarikan Keanekaragaman Kehidupan. Dalam: Kuswata, K & Whitten. A.J. *Krisis Biologi-Hilangnya Keanekaragaman Hayati*. Yayasan Obor Indonesia. Hal. 1-38.
- [26]Xiong, Z.Q., Wang, J.F, Hao, Y.Y., Wang, Y. 2013 Recent advances in the discovery of marine microbial natural products. *Marine Drugs*. 11: 700-717.

Butterflies: Their significance in biological systematics, ecology and evolution.

Valerio Sbordoni

Department of Biology, Tor Vergata University, Rome, Italy

ABSTRAK

Butterflies and moths represent one of the most extraordinary examples of diversity and evolution of life in our planet. Among the insects they constitute the well-defined order of Lepidoptera including about 160,000 described species, although the total number of extant species is estimated to be around half a million. Since Lepidoptera are one of the most studied groups of organisms, they also contributed to a significant level to the progress of knowledge throughout the whole fields of biology, ecology and evolution. In this talk, I will outline the modern knowledge of butterfly systematics, starting from the recent advances in both palaeontology and molecular phylogeny of Lepidoptera. In particular, I will account the basic tools managed by taxonomists, from the morphology of genital structures, to the analysis of chemical and physical colours of wings, pheromones, and a wide array of DNA sequences as genetic markers. The biological species concepts, ever since Wallace, find in butterflies an invaluable model organism to investigate. Butterflies are rigorously dependent upon both biotic and abiotic landscape features even at very tiny scales, since their “coarse-grained” sensitivity to the environmental heterogeneity strongly contributed to shape their ecology and evolution. Butterflies and most moths have short life cycles and thus react quickly to environmental changes. Their limited dispersal ability, larval food-plant specialisation and close-reliance on the weather and climate make many butterfly species sensitive to fine-scale changes. These features make butterflies a valuable indicator of biodiversity and provide an early warning system for biodiversity loss and other kinds of ecosystem changes. As a result, they are now the best-monitored group of insects in the world. Finally, let me say that Sulawesi is a very special place for butterflies. After the important account by Dick Vane-Wright and Rienk de Jong and further accounts about 560 species are today known from Sulawesi and neighbouring islands (the Sulawesi Region). Of these, 239 are endemic to the region. This represents an invaluable biodiversity heritage that, mainly depending on the impressive variety of forest ecosystems, strongly requires protection against the increasing habitat loss due to a number of human induced threats including encroachment, logging, conversion, mining, fire and hunting.

KEANEKARAGAMAN KUPU-KUPU DI TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG BULUSARAUNG: PROSPEK DAN TANTANGAN

Dedy Asriadi

Kepala Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung

Abstrak

*Kawasan Karst Maros-Pangkep telah ditetapkan 5 kawasan konservasi seluas $\pm 11.906,9$ ha, yaitu TWA Bantimurung, TWA Gua Pattunuang, CA Bantimurung, CA Karaenta dan CA Bulusaraung. The Asia-Pacific Forum on Karst Ecosystems and World Heritage merekomendasi konservasi Kawasan Karst Maros-Pangkep yang memiliki potensi karst, flora fauna endemik dan khas, lanskap unik. Eksplorasi di Maros menemukan 232 jenis kupu-kupu. Empat jenis kupu-kupu yang dilindungi adalah *Cethosia myrina*, *Troides haliphron*, *Troides helena* dan *Troides hypolitus*. Hal ini meningkatkan potensi wisata minat khusus ekowisata pengamatan kupu-kupu di alam dan taman penangkaran kupu-kupu serta minat wisnu dan wisman. Tantangan yang dihadapi adalah masih lemahnya dukungan ilmu pengetahuan tentang bioekologi kupu-kupu dan teknologi penangkaran kupu-kupu serta adanya ancaman perburuan kupu-kupu dan kerusakan habitat kupu-kupu terutama akibat alih fungsi (konversi) hutan. Strategi yang dapat ditempuh adalah pengembangan penelitian, pengembangan ekowisata pengamatan kupu-kupu, peningkatan kesadaran masyarakat melalui pembinaan yang berkesinambungan, peningkatan kerjasama, koordinasi serta keterpaduan antar instansi terkait dan masyarakat dalam pelestarian dan pengembangan potensi ekowisata pengamatan kupu-kupu. Upaya yang telah dilakukan adalah taman kupu-kupu (show window), pembinaan habitat, perlindungan dan pengamanan, pemberdayaan masyarakat, dan bina cinta ilmu.*

I. PENDAHULUAN

Bentang alam TN Bantimurung-Bulusaraung didominasi hamparan perbukitan karst yang diakibatkan oleh proses geologi berupa penaikan dasar laut dan garis pantai selama jutaan tahun. Bentang alam perbukitan kapur di sekitar Kabupaten Maros dan Pangkep ini terbentuk dari ribuan bukit batu berbentuk menara (*mogote*) yang khas dan tak lazim di Indonesia yang umumnya memiliki karst berbentuk kerucut.

Perbukitan Karst ini membentuk ekosistem unik yang menjadi habitat bagi banyak jenis flora dan fauna endemik. Oleh karenanya, daerah Maros-Pangkep memiliki potensi sumberdaya alam hayati yang melimpah dengan keanekaragaman hayati yang tinggi serta keunikan dan kekhasan gejala alam dengan fenomena alam yang indah.

Salah satu fauna khas yang menarik banyak kalangan untuk berkunjung ke Bantimurung adalah kupu-kupu. Serangga bersayap indah umumnya ditemukan di sekitar hutan dan tepian sungai. Kupu-kupu merupakan hewan yang berperan penting dalam menjaga kelestarian hutan dan keberlangsungan regenerasi hutan. Perannya sebagai hewan penyerbuk, menjamin ketersediaan benih yang dapat tumbuh membentuk tegakan baru untuk menggantikan pohon/vegetasi yang telah tua dan rapuh. Oleh karenanya, kupu-kupu dapat menjadi bio-indikator yang baik untuk menilai kualitas suatu ekosistem hutan.

Salah satu kelompok kupu-kupu yang dijadikan indikator kualitas lingkungan adalah kupu-kupu ekor walet (*swallowtail*). Selain karena mudah dikenali dan berpenampilan menarik, kupu-kupu ini sering dijadikan sasaran perburuan untuk dijadikan souvenir. Menurut Collins dan Morris (1985), Indonesia adalah negara pemilik kupu-kupu ekor walet terbanyak di dunia dengan 121 spesies, diikuti oleh China (104 spesies), India (77 spesies) dan Brazil (74 spesies).

Dari total 121 spesies kupu-kupu ekor walet yang dimiliki Indonesia, 53 spesies diantaranya tergolong spesies endemik yang tidak ditemukan di negara lain. Pulau Sumatera memiliki 49 spesies kupu-kupu ekor walet (4 spesies endemik), Kalimantan 36 spesies (0 spesies endemik), Jawa-Bali 35 spesies (2 spesies endemik), Nusa Tenggara 30 spesies (10 spesies endemik), Sulawesi 38 spesies (11 spesies endemik), Maluku 37 spesies (9 spesies endemik) dan Papua 26 spesies (2 spesies endemik). Dengan jumlah 11 spesies, Sulawesi memiliki proporsi jumlah spesies kupu-kupu endemik tertinggi di Indonesia (Collins dan Morris, 1985).

Keanekaragaman hayati kupu-kupu di Bantimurung tergolong tinggi dengan jumlah spesies diperkirakan berkisar antara 200-300 spesies. Namun, keberadaan kupu-kupu ini semakin terancam akibat penangkapan yang berlebihan dan rusaknya habitat. Selain kupu-kupu, TN Bantimurung-Bulusaraung juga memiliki banyak gua prasejarah (Asriadi, 2014).

Hasil penelitian terhadap lukisan di gua prasejarah menunjukkan bahwa kawasan ini telah didiami oleh manusia prasejarah sejak masa 40.000 tahun yang lalu (Aubert *et.al.* 2014). Penemuan ini sangat mengejutkan, karena menunjukkan bahwa usia lukisan gua di Sulawesi sama tuanya dengan lukisan gua Perancis yang sebelumnya diklaim sebagai lukisan gua prasejarah tertua di dunia. Gua prasejarah Sulawesi menjadi bagian penting dalam mengungkap sejarah asal usul manusia yang faktanya hingga kini masih menjadi misteri. Dengan demikian, perlu dilakukan upaya konservasi untuk melestarikan berbagai spesies kupu-kupu beserta habitatnya yang keberadaannya kini semakin terancam.

II. SEJARAH KAWASAN

Bantimurung merupakan salah satu kawasan perbukitan kapur/karst yang sejak dulu telah banyak menarik perhatian para ilmuwan dunia. Pada bulan Juli – Oktober 1857, Alfred Russel Wallace (Naturalis asal Inggris) melakukan eksplorasi di Bantimurung dan mempublikasikannya dalam buku *“The Malay Archipelago”*. Pada tahun 1902-1903, Fritz Sarasin dan Paul Sarasin (Naturalis dan Etnolog asal Swiss) melakukan kajian prasejarah di gua-gua Kab. Maros dan mempublikasikannya dalam buku *Reisen in Celebes: Ausgefahrt in Den Jahren 1893-1896 Und 1902-1903*.

Oleh pemerintah, pada tahun 1970 – 1980, kawasan Karst Maros-Pangkep dibagi menjadi 5 unit kawasan konservasi seluas $\pm 11.906,9$ ha,

yaitu TWA. Bantimurung, TWA. Gua Pattunuang, CA. Bantimurung, CA. Karaenta dan CA. Bulusaraung. Menindaklanjuti hal tersebut, pada tahun 1989, Kanwil Dephut Sulsel mengusulkan TN. Hasanuddin (Asriadi, 2014).

Selanjutnya, tahun 1993, Kongres XI *International Union of Speleology* merekomendasikan Karst Maros-Pangkep sebagai salah satu situs Warisan Dunia. Tahun 1995, NCP (*National Conservation Plan*) mengusulkan area calon TN. Hasanuddin seluas 86.682 Ha. Pada tahun 1997, Seminar Lingkungan Karst PSL-UNHAS merekomendasikan perlindungan Karst Maros-Pangkep. Sebagai tindaklanjut dari kegiatan ini pada tahun 1999, Unit KSDA Sulsel I & Unhas melaksanakan penilaian potensi calon TN. Hasanuddin (Asriadi, 2014).

Pada bulan Mei 2001, *The Asia-Pacific Forum on Karst Ecosystems and World Heritage* merekomendasi konservasi kawasan karst Maros-Pangkep. Demikian halnya, pada tanggal 12 – 13 Nopember 2001, Bapedal Regional III menyelenggarakan Simposium Karst Maros-Pangkep merekomendasikan Kawasan Karst Maros-Pangkep sebagai Taman Nasional maupun *World Heritage Site*; Selanjutnya, dalam kurun waktu antara tahun 2002 – 2004, dibentuknya Tim Terpadu dan melaksanakan tugasnya sampai dengan terbitnya rekomendasi dari Bupati, DPRD & Gubernur (Asriadi, 2014).

Akhirnya, pada tanggal 18 Oktober 2004, Menteri Kehutanan menerbitkan keputusan nomor: SK.398/Menhut-II/2004 tentang Perubahan Fungsi Kawasan Hutan pada Kelompok Hutan Bantimurung-Bulusaraung seluas ± 43.750 ha terdiri dari Cagar Alam Cagar Alam Bantimurung, Karaenta dan Bulusaraung seluas $\pm 10.282,65$ ha, Taman Wisata Alam Bantimurung dan Gua Pattunuang dengan luas $\pm 1.624,25$ ha, Hutan Lindung seluas $\pm 21.343,10$ ha, Hutan Produksi Terbatas seluas ± 145 ha, dan Hutan Produksi Tetap seluas ± 10.335 ha yang terletak di Kab. Maros dan Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan menjadi Taman Nasional Bantimurung-Bulusaraung (Asriadi, 2014).

III.POTENSI SUMBERDAYA ALAM HAYATI DAN LINGKUNGAN

Sebagaimana hutan hujan, bentang alam Karst di daerah tropis umumnya juga kaya akan keragaman hayati. Beberapa jenis flora khas ekosistem karst di Maros-Pangkep diantaranya adalah: Bintangur (*Calophyllum* sp.), Beringin (*Ficus* spp.), Nyato (*Palaquium obtusifolium*) dan Kayu hitam (*Diospyros celebica*). Untuk jenis fauna khas diantaranya adalah Monyet Dare' *Macaca maura*, kuskus sulawesi (*Phalanger celebensis*), Musang sulawesi (*Macrogalidia mussenbraecki*), dan lain-lain.

Lansekap karst dan Daerah Aliran Sungai (S. Walanea, S. Pangkep, S. Pute, dan S. Bantimurung) yang unik dapat menjadi tempat belajar secara langsung dan laboratorium alam bagi bidang: Biologi, Kehutanan, Geologi,

Ilmu Tanah, Pendidikan Konservasi, Ekowisata, Teknik Sipil, Ilmu Lingkungan dan lain-lain (Asriadi, 2014).

Dari berbagai hasil riset, diketahui bahwa daerah karst Maros-Pangkep tercatat memiliki 683 jenis pohon, diantaranya adalah 43 jenis *Ficus* merupakan *key species* di kawasan TN Bantimurung Bulusaraung, 90 jenis Anggrek alam dan 5 jenis tumbuhan yang dilindungi, yaitu Ebony (*Diospyros celebica*), Palem (*Livistona chinensis*, *Livistona* sp.), Anggrek (*Ascocentrum miniatum* dan *Phalaenopsis amboinensis*) (Asriadi, 2014).

Spesies fauna yang ditemukan di TN Bantimurung-Bulusaraung tercatat sebanyak 643 spesies. Diantaranya mencakup 49 jenis penting yang dilindungi undang-undang dan 132 jenis endemik Sulawesi. Spesies mamalia sebanyak 33 jenis, diantaranya adalah: Monyet hitam sulawesi/Dare (*Macaca maura*), Musang sulawesi (*Macrogalidia musschenbroeckii*), Kuskus sulawesi (*Strigocuscus celebensis*), Kuskus beruang sulawesi (*Ailurops ursinus*), Rusa (*Cervus timorensis*) dan Tarsius (*Tarsius fuscus*) (Asriadi, 2014).

Sebanyak 128 jenis burung dapat ditemukan di TN Bantimurung-Bulusaraung. Beberapa spesies diantaranya, memiliki sebaran terbatas dan hanya dapat ditemukan di Sulawesi seperti: Julang sulawesi (*Rithyceros cassidix*), Cekakak-hutan tunggir-hijau (*Actenoides monachus*), Udang-merah sulawesi (*Ceyx fallax*), Kangkareng sulawesi (*Penelopides exarhatus*), Elang ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*) dan Perkici dora (*Trichoglossus ornatus*) (Asriadi, 2014).

Jenis hewan melata juga ditemukan di TN Bantimurung-Bulusaraung. Hingga saat ini, tercatat 29 jenis reptil dan 14 Amphibia. Enam jenis reptile dan 3 jenis amphibia yang ditemukan termasuk spesies endemik Sulawesi yang tidak ditemukan ditempat lain. Salah satu spesies reptil berukuran besar khas Indonesia timur adalah Soa-Soa Layar *Hydrosaurus amboinensis* (Asriadi, 2014).

Jenis ikan yang ditemukan di sungai, kolam, danau dan aliran air di sekitar perbukitan karst TN Bantimurung-Bulusaraung juga cukup banyak. Tercatat sebanyak 23 spesies ikan air tawar dapat ditemukan di daerah ini. Beberapa jenis yang hidup di gua-gua memiliki ciri yang unik karena berwarna pucat dan buta. Misalnya: Ikan buta (*Bostrychus* sp. dan *Bostrychus microphthalmus*). Salah satu jenis ikan sungai berukuran kecil dan endemik Maros *Marosatherina ladigesii* kini mulai dibudidayakan sebagai ikan hias (Asriadi, 2014).

Hewan lain yang banyak ditemukan di ekosistem karst TN Bantimurung-Bulusaraung diantaranya adalah 41 spesies keong (Gastropoda), 6 jenis pacet/lintah (oligochaeta) dan 95 jenis arthropoda, diantaranya kepiting gua laba-laba palsu (*Cancrocaeca xenomorpha*). Untuk serangga, hingga saat ini tercatat sebanyak 274 spesies. Dua ratus jenis diantaranya tergolong kupu-kupu. Empat jenis kupu-kupu yang

dilindungi undang-undang, yaitu: *Cethosia myrina*, *Troides haliphron*, *Troides helena* dan *Troides hypolitus* ditemukan di kawasan ini (Asriadi, 2014).

Kawasan perbukitan karst di sekitar TN Bantimurung-Bulusaraung banyak memiliki gua dan ceruk. Hingga saat ini tercatat 257 gua yang telah diteliti. Dari total gua tersebut, 216 diantaranya tergolong gua alam dan 41 gua terindikasi pernah dihuni oleh manusia prasejarah. Pada gua prasejarah banyak ditemukan sisa sampah dapur berupa cangkang kerang, lukisan tangan, perkakas dan sebagainya. Beberapa diantaranya adalah: Leang Pettae, Leang Petta Kere, Leang Lompoa, Leang Kassi dan lain-lain. Keberadaan gua prasejarah ini kini terancam oleh aktifitas penambangan.

Secara umum, berdasarkan bentuk penampang dan letak mulut utamanya, gua di kawasan TN Bantimurung-Bulusaraung terbagi menjadi 2 tipe yaitu: gua horizontal dan gua vertikal. Gua horizontal contohnya: Salukang kallang (12.463 m), gua Tanete (9.700 m), Leang londrong (2.300 m), Gua Mimpi (1.415 m), Gua Saripa 1 (1.736 m) dan lain-lain. Sedangkan gua vertikal leang pute (-273 m), Tomananga (-190 m), Salukang Kallang (-184 m), K20 (-160 m) dan lain-lain (Asriadi, 2014). Gua Salukang Kallang dikenal sebagai salah satu gua horizontal terpanjang di Indonesia. Sedangkan Gua Leang Pute merupakan salah satu gua vertikal terdalam di Indonesia.

Khusus untuk fauna gua, TN Bantimurung-Bulusaraung memiliki banyak spesies yang tergolong baru bagi dunia ilmu pengetahuan. Adapun spesies fauna khas gua yang tercatat di TN Bantimurung-Bulusaraung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Fauna gua yang tercatat di gua-gua karst TN Bantimurung-Bulusaraung.

Takson	Jumlah Spesies	Keterangan
Mamalia	22	12 jenis endemik
Ikan	2	Spesies baru
Moluska	39	5 diduga baru
Arthropoda	> 300	75 diduga baru
Ngengat	> 100	25 diduga baru
Kelelawar	15	11 umum, 2 endemik Sulawesi
Tikus	6	4 umum, 1 endemik Sulawesi
Cerurut	1	Jarang, endemik Sulawesi
Ikan	21	1 endemik Maros, 2 endemik Sulsel, 2 endemik Sulawesi, 4 endemik Indonesia, 7 umum, 5 introduksi
Krustasea	25	6 endemik Sulawesi selatan
Diplopoda	2	Umum
Arachnida	16	Umum
Hexapoda	16	Umum
Trichoptera	5	Umum
Collembola	44	1 spesies baru endemik Maros

Sumber: LIPI (2004, 2006-2007) dalam Asriadi (2014).

TIPE EKOSISTEM HUTAN ALAM PERBUKITAN KARST TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG-BULUSARAUNG

Berdasarkan komposisi dan tempat tumbuhnya, hutan perbukitan karst TN Bantimurung-Bulusaraung terbagi menjadi beberapa ekosistem, diantaranya adalah:

- ❖ Hutan pegunungan bawah pada puncak Gunung Bulusaraung dan Tondong Karambu (4.619,47 ha).
- ❖ Hutan hujan non dipterocarpaceae pamah pada pegunungan Bulusaraung dan formasi hutan di kecamatan Camba dan Mallawa, serta sedikit di bagian Selatan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (19.376,04 ha).
- ❖ Hutan di atas batuan karst (*forest over limestone*/hutan di atas batu gamping) atau lebih dikenal dengan nama ekosistem karst (19.754,49 ha)

IV. KEANEKARAGAMAN KUPU-KUPU BANTIMURUNG

Bantimurung merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki banyak spesies kupu-kupu. Pada tahun 1890, peneliti sejarah alam berkebangsaan Inggris, Alfred Russel Wallace melaporkan adanya 256 spesies kupu-kupu di kawasan Bantimurung dan sekitarnya. Sebagian spesies kupu-kupu yang ditemukan termasuk dalam kelompok kupu-kupu ekor wallet (*swallowtail*) yang dikategorikan para ahli serangga sebagai salah satu kelompok kupu-kupu yang paling indah (Asriadi, 2014).

Seiring berjalannya waktu, kawasan Bantimurung mengalami perubahan dengan adanya alih fungsi lahan dan meningkatnya populasi penduduk. Akibat dampak antropogenik, populasi kupu-kupu terus berkurang. Hal ini dibuktikan oleh Mattimu (1977) yang melaporkan jumlah kupu-kupu sebanyak 108 spesies. Sebaliknya, Rum (1984) melaporkan jumlah kupu-kupu Bantimurung sebanyak 270 spesies, 14 spesies lebih banyak dari temuan Wallace (Asriadi, 2014).

Penelitian periode berikutnya oleh Amir *et. al.* (1993), Mappatoba Sila (1997), Achmad (1998, 2004) dan Balai TN Babul (2008, 2010, 2011, 2012) melaporkan jumlah spesies kupu-kupu Bantimurung yang fluktuatif, yaitu: berturut-turut sebanyak 79; 147; 145; 82; 133; 194 dan 200 ekor. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah spesies kupu-kupu di Bantimurung benar-benar menurun dan tidak pernah mendekati jumlah spesies sebagaimana yang dilaporkan Wallace lebih dari seabad silam (Asriadi, 2014).

Kupu-kupu memiliki peran penting dalam menjamin kelestarian hutan dan keberlangsungan jaring-jaring makanan. Kupu-kupu membantu proses penyerbukan berbagai jenis bunga hingga terbentuk buah yang menjadi sumber makanan bagi berbagai jenis satwa liar yang hidup di hutan. Biji-biji dari buah yang tidak termakan atau tidak dicerna akan disebarkan oleh satwa pemakan buah ini ke seluruh penjuru hutan. Sebagian

hewan yang hidup di hutan seperti berbagai jenis burung, tarsius dan satwa lainnya bergantung pada serangga termasuk kupu-kupu sebagai sumber makanannya.

PROSPEK

Tidak banyak dari kita yang menyadari bahwa kupu-kupu memiliki peran yang sangat penting bagi pembangunan nasional. Peran vitalnya dalam membantu penyerbukan dan menjamin kelestarian hutan perlu diperhatikan. Kehadiran populasi kupu-kupu di Bantimurung dapat menarik banyak wisatawan untuk hadir dan menikmati keberadaannya. Sebab di dunia, daerah/lokasi yang menyajikan kupu-kupu sebagai obyek wisata andalan sangatlah jarang. Hal ini menjadi keunikan dan berkah tersendiri bagi Bantimurung.

TANTANGAN

Kegiatan penangkapan kupu-kupu yang dilakukan oleh penduduk sekitar secara tidak terkendali selama bertahun-tahun menjadi salah satu penyebab utama menurunnya populasi kupu-kupu di Bantimurung. Oleh penduduk setempat, kupu-kupu yang ditangkap dijadikan awetan kering/souvenir untuk dijual pada wisatawan/ pengunjung.

Berubahnya habitat kupu-kupu menjadi perkebunan, permukiman dan peruntukan lainnya juga menyebabkan hilangnya vegetasi yang menjadi tempat meletakkan telur, pakan larva/ulat dan mengisap madu bagi kupu-kupu. Berubahnya sebagian daerah tepian sungai menjadi area wisata juga menyebabkan berkurangnya tempat mengisap mineral bagi kupu-kupu.

Beberapa jenis kupu-kupu menjadi semakin langka dan terancam punah. Bahkan salah satu icon kupu-kupu Bantimurung yang sangat disukai oleh Wallace, *Papilio androcles* dilaporkan pernah menghilang dan tidak pernah ditemukan selama berpuluh-puluh tahun hingga dilaporkan kembali keberadaannya pada beberapa tahun terakhir ini.

STRATEGI KONSERVASI

Upaya konservasi perlu dilakukan untuk melestarikan dan meningkatkan populasi kupu-kupu di Bantimurung. Beberapa langkah yang harus dilakukan diantaranya adalah:

1. Penelitian dan monitoring berkala tentang daerah sebaran spesies, siklus hidup, tumbuhan inang tempat meletakkan telur, pakan, tempat mengisap mineral dan jenis bunga yang diisap oleh kupu-kupu perlu dilakukan, terutama terhadap beberapa spesies yang menjadi target penangkapan atau spesies yang populasinya terancam punah.
2. Dari hasil penelitian, selanjutnya dilakukan penetapan kuota penangkapan kupu-kupu dari alam, penentuan ukuran kupu-kupu yang boleh ditangkap,

jumlah kupu-kupu dan spesies yang boleh ditangkap, musim, area penangkapan serta alat tangkap yang boleh digunakan.

3. Perbaiki habitat yaitu dengan menanam spesies-spesies tumbuhan yang disukai kupu-kupu dan mengembalikan daerah yang sebelumnya menjadi tempat mengisap mineral bagi kupu-kupu.
4. Dilakukan penangkaran dalam tempat/area khusus secara buatan untuk spesies kupu-kupu yang terancam punah. Kupu-kupu yang dewasa kemudian dilepaskan ke habitat yang sesuai.
5. Dilakukan pembinaan, sosialisasi dan penyadaran publik terhadap penduduk sekitar tentang pentingnya keberadaan kupu-kupu bagi kelestarian hutan.
6. Jika daerah sebaran setiap spesies telah diketahui dan terdata dengan baik, perlu dilakukan translokasi dari daerah terdekat ke Bantimurung untuk menghadirkan kembali spesies kupu-kupu yang sebelumnya pernah tercatat/ada di Bantimurung dan kini tidak ditemukan lagi.

V.DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asriadi, D. 2014. Potensi Kehati dan Jasa Lingkungan TN. Bantimurung-Bulusaraung.
- [2] Aubert, M., A. Brumm, M. Ramli, T. Sutikna, E.W. Saptomo, B. Hakim, M.J. Morwood, G.D. van den Bergh, L. Kinsley and A. Dosseto. 2014. Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia. *Nature*. 514 (223-227). 09 october 2014.
- [3] N. M. Collins and M.G. Morris. 1985. *Threatened Swallowtail Butterfly of The World*. The IUCN Red Data Book. IUCN. Gland. Switzerland and Chambridge co UK 1985.

POPULASI, PERGERAKAN HARIAN DAN HABITAT KUSKUS BERUANG (*Ailurops ursinus*) DI HUTAN PENDIDIKAN UNHAS

Amran Achmad¹, Putu Oka Ngakan¹, Risma Illa Maulany¹, dan Asrianny¹

¹Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan km 10, Makassar. Tlp. 0411-585917

Fax 0411-589592 Email:amhutan@yahoo.com

ABSTRAK

*Kuskus beruang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai objek ekowisata karena bentuknya yang unik, yakni mempunyai kantong untuk membesarkan anaknya, serta menggunakan ekornya sebagai alat pengait/pelilit pada ranting jika satwa ini berpindah tempat atau mengayun pada dahan pohon. Karena pergerakannya yang lambat, maka objek ini dapat diamati dengan waktu yang lama, sehingga akan memberikan kepuasan tersendiri bagi pengunjung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi, pergerakan harian, dan habitat Kuskus Beruang (*Ailurops ursinus*) di Hutan Pendidikan Unhas. Data yang dikumpulkan meliputi data populasi, jenis kelamin, struktur umur, pergerakan harian dan vegetasi pada habitat Kuskus Beruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi kuskus ditemukan sebanyak tujuh ekor, yakni tiga jantan dewasa, dua betina dewasa, satu jantan remaja dan satu bayi. Pergerakan Kuskus yang tercatat, paling jauh 78 m dalam satu hari. Habitat Kuskus Beruang berupa hutan alam campuran yang didominasi oleh jenis tumbuhan *Palaquium obovatum*, *Dracontomelon dao*, *Areca catechu*, *Arenga pinnata* *Diospyros celebica*, dan *Artocarpus heterophyllus**

Kata kunci: Populasi, Pergerakan Harian, Habitat, Kuskus Beruang

1. PENDAHULUAN

Hutan mempunyai peranan penting untuk kehidupan satwa liar. Kuantitas dan kualitasnya perlu dijaga kelestariannya, sehingga tetap berfungsi sebagai tempat mencari makan, minum, berkubang, tidur, istirahat, berlindung dan berkembang biak (Alikodra, 2010). Whitten, dkk., (1987) menyatakan bahwa Pulau Sulawesi memiliki fauna yang paling khas di seluruh Indonesia terutama hewan-hewan menyusui (mamalia), dimana 62% dari 127 jenis mamalia asli yang bersifat endemik. Menurut Alikodra (1990), hal ini dikarenakan Sulawesi terdapat dalam kawasan Wallace. Kawasan ini memiliki jenis yang khas dan unik yang terdiri dari campuran antara famili-famili yang berasal dari Asia dan Australia.

Hutan Pendidikan Unhas, memiliki potensi satwa liar endemik dan dilindungi. Salah satu jenis dari satwaliar tersebut adalah Kuskus Beruang Sulawesi (Achmad, dkk, 2013). Karena statusnya sebagai hutan pendidikan, maka salah satu bentuk pendekatan pengelolaan dan pemanfaatan hutan adalah melakukan pengelolaan tanpa merusak ekosistem yang berada di dalamnya melalui pemanfaatan hutan dengan mengedepankan aspek rekreatif, estetik, dan edukatif. Pemanfaatan hutan dari aspek rekreatif, estetik, dan edukatif dapat diwujudkan melalui berbagai macam cara, dan salah satu diantaranya adalah melalui pemanfaatan satwaliar yang endemik dan dilindungi sebagai objek ekowisata (Achmad, dkk. 2012).

Kuskus beruang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai objek ekowisata karena bentuknya yang unik, yakni mempunyai kantong untuk membesarkan anaknya, serta menggunakan ekornya sebagai alat pengait/pelilit pada ranting jika satwa ini berpindah tempat atau mengayun pada dahan pohon. Karena pergerakannya yang lambat, maka objek ini dapat diamati dengan waktu yang lama, sehingga akan memberikan kepuasan tersendiri bagi pengunjung ekowisata.

Mengingat status Kuskus Beruang sebagai satwa yang dilindungi dan endemik di pulau sulawesi, maka pengelolaannya harus diarahkan kepada pelestarian populasi melalui manajemen habitat, dan pemanfaatan species non konsumtif melalui kegiatan ekowisata. Untuk mencapai sasaran pengelolaan satwa endemik ini, dibutuhkan data mengenai karakteristik ekologi yang berkaitan dengan populasi, pergerakan harian dan habitat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi, pergerakan harian dan habitat Kuskus Beruang (*Ailurops ursinus*) di Hutan Pendidikan Unhas. Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi pengelola Hutan Pendidikan Unhas, terutama pengelola Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata hutan Pendidikan Unhas dalam melakukan pelestarian Kuskus Beruang dan sekaligus memanfaatkan species tersebut untuk kegiatan ekowisata.

2. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian.

Kegiatan penelitian populasi berlokasi di Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Hutan Pendidikan Unhas Kabupaten Maros. Penelitian ini dilaksanakan selama sembilan bulan, yaitu mulai bulan Februari sampai bulan Oktober 2014.

B. Cara Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Populasi

Pengumpulan data populasi kuskus dilakukan dengan menghitung jumlah individu yang ditemukan dalam kelompok, jenis kelamin, dan struktur umur (kuskus dewasa, remaja dan bayi).

2. Pengumpulan Data Pergerakan Harian

Data pergerakan harian dikumpulkan melalui pencatatan areal pergerakan kuskus dengan menggunakan GPS. Karena pergerakan kuskus yang tidak jauh, maka hanya titik koordinat awal dimana kuskus ditemukan yang dicatat. Pergerakan selanjutnya diukur dengan menggunakan kompas dan meteran rol, serta memberi tanda cat pada batang pohon dimana kuskus berhenti. Pencatatan ini terus dilakukan dalam satu hari pengamatan yang dimulai dari saat kuskus ditemukan, sampai kuskus berdiam di sarang tidurnya pada malam hari. Pencatatan akan dilanjutkan keesokan harinya, sampai masa berakhir masa pengamatan.

3. Pengumpulan Data Habitat

Untuk mengetahui karakteristik habitat Kuskus Beruang, dilakukan pengumpulan data vegetasi dengan metode purposive sampling, yakni menempatkan plot berdasarkan dua tipe tutupan vegetasi, yakni hutan alam tanpa campuran pinang dan hutan alam dengan campuran palm (pinang). Selain itu,

penempatan plot juga diletakkan berdasarkan kelerengan terjal, landai dan datar. Berdasarkan kombinasi di atas, dibuat plot sebanyak tujuh unit dengan ukuran 20 m x 20 m untuk mengukur tingkat pohon. Plot ini kemudian dibagi kedalam sub plot berukuran 10 m x 10 m untuk mengukur tingkat tiang. Data yang dikumpulkan pada kegiatan ini meliputi: (1) Jenis pohon, (2) Diameter batang setinggi dada, (3) Tinggi total, (4) Tinggi bebas cabang, dan (5) Struktur vegetasi

C. Metode Analisis

a. Struktur Populasi

Data struktur populasi kuskus akan digambarkan dalam bentuk diagram, untuk kemudian dianalisis dengan metode deskriptif.

b. Pergerakan Harian

Hasil pengukuran titik koordinat pergerakan kuskus, kemudian diolah dengan berbasis sistem informasi geografis yang menggunakan ArcView. Dari hasil pemetaan, kemudian dapat diketahui panjang areal pergerakan.

c. Habitat Kuskus beruang

Karakteristik habitat digambarkan melalui deskripsi tutupan tajuk dan struktur vegetasi yang ada pada habitat Kuskus Beruang.

3. HASIL PENELITIAN

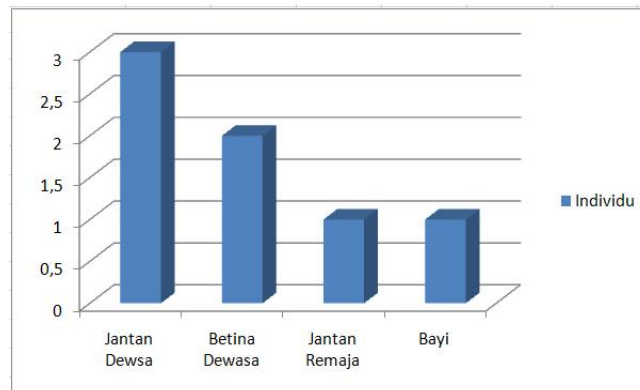
A. Populasi

Jumlah populasi yang ditemukan selama sembilan minggu penelitian lapangan, adalah sebanyak tujuh individu, yang terdiri dari masing-masing dua individu betina dewasa, satu bayi, satu jantan remaja, serta tiga individu jantan dewasa. Satu dari dua individu betina dewasa, memiliki dua ekor anak, yakni seekor bayi yang belum terlihat mukanya karena masih di dalam kantong induknya, tetapi jari dan kukunya yang panjang sudah terlihat memegang dinding kantong ibunya, dan satu individu remaja dengan jenis kelamin jantan. Kuskus remaja ini terlihat sangat jelas karena ukuran badan yang lebih kecil, serta selalu mengikuti kemana induknya bergerak. Kuskus betina dewasa dan anaknya, serta kuskus jantan dewasa diperlihatkan pada Gambar 1.



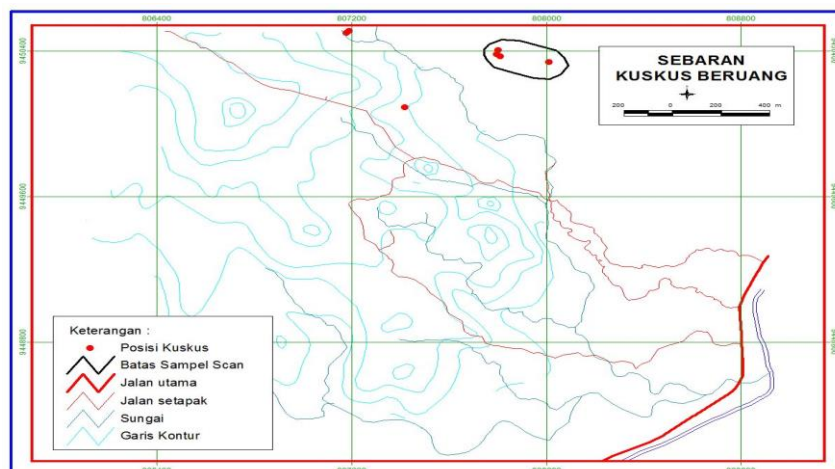
Gambar 1. Kuskus Beruang yang ditemukan di lokasi penelitian. Betina dewasa dan jantan remaja (kiri) serta jantan dewasa (kanan).

Sekitar 200 meter dari posisi betina yang memiliki anak ini, ditemukan satu individu jantan dewasa, sedangkan satu individu jantan lainnya berada kurang lebih 600 m ke arah Selatan-Barat. Pada akhir masa kegiatan pengumpulan data lapangan, dijumpai sepasang individu Kuskus Beruang dewasa di lokasi air terjun yang jaraknya 700 m ke arah Barat dari individu betina yang mempunyai dua anak. Diperkirakan kedua individu ini memasuki musim kawin. Struktur populasi Kuskus beruang di lokasi penelitian diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur populasi kuskus beruang yang ditemukan di lokasi penelitian.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa ada kemungkinan dimasa depan, populasi kuskus di lokasi penelitian akan mengalami ancaman pertumbuhan populasi, karena jumlah individu jantan yang ada saat ini lebih besar dari individu betina. Namun demikian, prediksi ini tidak terlalu meyakinkan, karena daerah penemuan populasi relatif tidak luas, sehingga perlu kajian yang lebih mendalam. Namun jika melihat tutupan hutan alam yang menjadi habitat utama dari Kuskus beruang tersebut yang sebarannya lebih kecil dari hutan tanaman pinus, maka informasi struktur populasi tersebut di atas bisa menjadi petunjuk untuk melakukan kajian ekologi yang mendalam dalam rangka menyusun strategi konservasi yang efektif di lokasi penelitian. Sebaran perjumpaan individu kuskus di lokasi penelitian, diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran individu kuskus beruang yang ditemukan di lokasi penelitian

B. Pergerakan Harian

Berdasarkan hasil pengukuran pergerakan kuskus di lapangan, diduga bahwa jenis satwa ini mempunyai daerah jelajah yang tidak luas. Dalam pengamatan yang berhasil dilakukan selama 16 hari perjumpaan, satwa ini bergerak paling jauh 78 m. Hasil perhitungan jarak pergerakan harian kuskus jantan dan betina yang sedang menjalani masa soliter (bukan musim kawin) menunjukkan bahwa pergerakan keduanya hampir sama panjangnya dalam setiap hari. Panjang pergerakan harian Kuskus jantan dan betina disajikan pada Tabel 1.

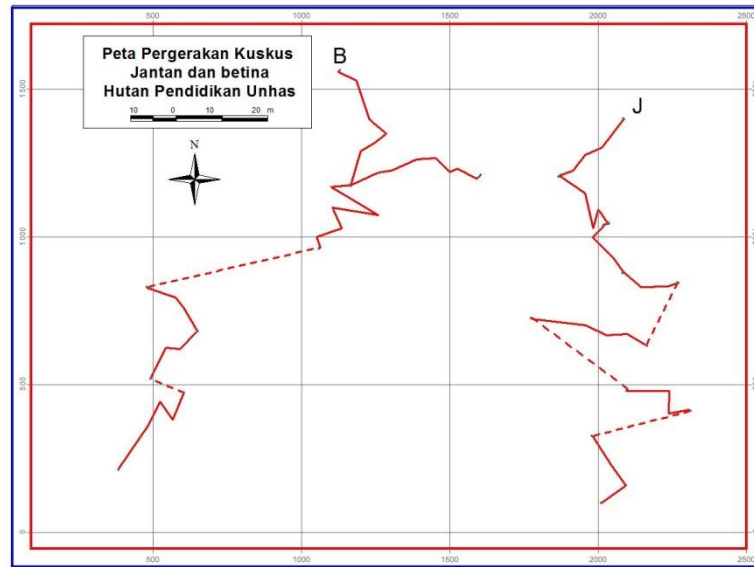
Tabel 1. Hasil pengukuran jarak pergerakan kuskus jantan dan betina

Kuskus Betina			Kuskus Jantan		
No.	Titik Patok	Panjang (m)	No.	Titik Patok	Panjang (m)
1.	P1	25	1.	P1	45
2.	P2	40	2.	P2	40
3.	P3	65	3.	P3	65
4.	P4	35	4.	P4	57
5.	P5	25	5.	P5	38
6.	P6	55	6.	P6	45
7.	P7	55	7.	P7	55
8.	P8	70			
9.	P9	78			
Total		448	Total		405

Tabel 1 memperlihatkan bahwa untuk Kuskus betina pernah ditemukan bergerak sejauh 78 m, sedangkan pergerakan terpendek yang diukur adalah 25 m. Nilai pergerakan terpendek ini ditemukan pada waktu perjumpaan dengan satwa tersebut telah lewat tengah hari. Panjang pergerakan dengan nilai lebih besar dari 50 m, adalah pergerakan yang diukur karena perjumpaan dengan kuskus lebih cepat, yakni pada pagi sampai mendekati tengah hari, sedangkan nilai pergerakan yang panjangnya lebih kecil dari 50 m, rata-rata disebabkan karena perjumpaan Kuskus setelah lewat tengah hari.

Kendala utama dalam penelitian ini adalah tingginya kesulitan perjumpaan dengan jenis satwa ini di lapangan, karena kuskus sangat pintar bersembunyi. Kuskus sangat sukar terlihat bila dalam keadaan istirahat, karena satwa tersebut menempati cabang pohon yang besar dan berada di ujung tajuk. Dibutuhkan kejelian untuk mencari satwa tersebut terutama dipagi hari ketika pengamatan awal akan dimulai. Namun jika sudah bertemu, pada umumnya kita bisa mengikuti sampai hari gelap.

Selama penelitian ini berlangsung, kuskus jantan dan betina yang menjadi fokus pengamatan, tidak pernah ditemukan bersama-sama. Diduga ini disebabkan karena bukan musim kawin, sehingga pergerakannya menjadi soliter. Itulah sebabnya sangat perlu melanjutkan penelitian pergerakan ini, untuk mengetahui luas daerah jelajah jantan dan betina pada musim kawin dan bukan musim kawin, untuk kemudian digunakan dalam analisis luas minimum areal satwa tersebut, sehingga strategi konservasinya bisa direncanakan dengan baik. Peta pergerakan kuskus jantan dan betina di lokasi penelitian, diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pergerakan kuskus jantan dan betina di lokasi penelitian

Gambar 4 memperlihatkan bahwa pergerakan kedua kuskus yang berbeda kelamin nampaknya searah, tetapi tidak menyatu. Situasi ini menggambarkan bahwa pada saat penelitian ini berlangsung, kuskus tersebut tidak berada pada musim kawin atau dalam keadaan masa soliter. Menurut Wardani (2002) kuskus beruang hidup soliter, dan merupakan satwa nokturnal atau aktif pada siang hari.

C. Habitat

Selama penelitian ini berlangsung, Kuskus Beruang ditemukan secara langsung pada habitat berupa hutan alam campuran. Hutan ini didominasi oleh berbagai jenis pohon-pohon yang tingginya mencapai 30 m antara lain *tumbuhan Palaquium obovatum*, *Dracontomelon dao*, *Areca catechu*, *Arenga pinnata* *Diospyros celebica*, dan *Artocarpus heterophyllus*. Hutan alam dimana penelitian ini dilakukan, berada sebagian besar berada pada topografi yang terjal. Riley (2002) juga menemukan Kuskus Beruang pada hutan primer di Kepulauan Sangihe dan Talaud. Di areal hutan Karaenta Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Kuskus Beruang ditemukan pada hutan alam primer (TN Babul, 2011). Di Pulau Ratawi, Nabire, Papua, Kuskus ditemukan pada hutan campuran, atau paduan antara hutan primer dan sekunder (Pattiselanno, 2007).

Namun setelah diketahuinya kotoran Kuskus Beruang, nampak bahwa satwa tersebut juga menyebar di areal hutan pinus yang bercampur dengan tegakan tumbuhan alami. Kotoran semacam ini, sering ditemui pada areal hutan pinus yang ada pada jalur ekowisata menuju stasiun penelitian, namun waktu itu belum diketahui bahwa kotoran tersebut adalah kotoran Kuskus Beruang. Bentuk kotoran Kuskus Beruang diperlihatkan pada Gambar 5



Gambar 5. Bentuk Kotoran Kuskus Beruang

Berdasarkan temuan di atas, dapat disimpulkan bahwa kuskus beruang di Hutan Pendidikan Unhas, tidak hanya hidup pada habitat hutan alam campuran, tetapi juga diperkirakan menyebar pada habitat hutan pinus bercampur hutan alam, meskipun belum pernah ditemukan langsung pada habitat tersebut. Hal ini menggambarkan bahwa Kuskus Beruang bisa beradaptasi pada hutan berdaun jarum yang bercampur daun lebar, meskipun belum diketahui apakah satwa ini memanfaatkan pohon-pohon daun jarum ini sebagai tempat berlindung ataupun sebagai pakan, atau hanya merupakan sebagai jembatan penghubung dari pohon daun lebar ke pohon daun lebar yang lainnya yang menjadi pakan dari satwa tersebut. Farida dkk. (2005), menginformasikan bahwa habitat kuskus di C.A. Gunung Mutis mencakup hutan pegunungan atas dan bawah. Umumnya sarang berada di tegakan ampupu (*Eucalyptus urophylla*) yang cukup rapat dengan tajuk pohon saling menutupi satu sama lain. Tajuk yang rapat ini memudahkan kuskus untuk bergerak dan berpindah dari satu pohon ke pohon yang lainnya dengan cepat. Pattiselanno (2007) menjelaskan bahwa kuskus sebagai hewan arboreal, lebih banyak hidupnya di atas pohon. Karena itu, suatu kawasan yang rimbun atau lebat serta ditemukan banyak epifit merupakan tempat bermain, bersembunyi atau bersarang kuskus.

4. KESIMPULAN

- Struktur populasi Kuskus Beruang di lokasi penelitian, terdiri dari dua betina dewasa, tiga jantan dewasa, satu jantan remaja dan satu bayi.
- Pergerakan Kuskus Beruang di lokasi penelitian diperkirakan hanya mencapai antara 50 m – 70 m dalam satu hari.
- Habitat Kuskus Beruang merupakan hutan alam campuran. Namun ada indikasi kalau jenis ini juga dapat hidup pada hutan tanaman pinus yang bercampur dengan pohon daun lebar.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Universitas dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Hasanuddin, yang telah memberi bantuan dana untuk melaksanakan penelitian ini melalui Hibah BOPTN 2014.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, A., N.P. Oka., A. Umar dan Asrianny. 2012. Identifikasi Tutupan Vegetasi dan Potensi Fisik Untuk Pengembangan Ekowisata Di Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Hutan Pendidikan Unhas. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol.1, No.2: 87-102. ISSN 2302-299X.
- [2] Achmad, A., N.P. Oka., A. Umar dan Asrianny. 2013. Potensi Keanekaragaman Satwa Liar Untuk Pengembangan Ekowisata Di Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Hutan Pendidikan Unhas. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol.1, No.2: 79-92. ISSN 2302-299X.
- [3] Alikodra, H. S. 1990. *Pengelolaan Satwaliar Jilid I*, Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- [4] Alikodra, H. S. 2010. *Teknik Pengelolaan Satwaliar dalam Rangka Mempertahankan Keanekaragaman Hayati Indonesia*, PT Penerbit IPB Press, Bogor.
- [5] Farida, W.R., T. Triono., T.H. Handayani dan Ismail. 2005. Pemilihan Jenis Tumbuhan Sumber Pakan dan Tempat Bersarang Kuskus (*Phalanger* sp.) di Cagar Alam Gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur. *Biodiversitas*. Vol. 8(4), 274-278.
- [6] Pattiselanno, F. 2007. Perburuan Kuskus (Phalangeridae) oleh masyarakat Napan di Pulau Ratewi, Nabire, Papua. *Biodiversitas*. Vol. 6(1), 50-54.
- [7] Riley, J. 2002. Mammals on the Sangihe and Talaud Islands, Indonesia, and the impact of hunting and habitat loss. *FFI, Oryx*. Vol. 36(3), 288–296
- [8] Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (2011). Inventarisasi Potensi Kawasan, Kuskus beruang (*Ailurops ursinus*) Di Resort Pattunuang Karaenta Untuk Pengelolaan Keanekaragaman Hayati.
- [9] Wardani, A. A. 2002. Perilaku Yang Berhubungan dengan Aktivitas Makan Pada Kuskus Beruang (*Ailurops ursinus*) di Penangkaran. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan IPB, Bogor.

- [10] Whitten, A. J., dkk. 1987. *The Ecology of Sulawesi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

POTENSI PAKAN DAN PREFERENSI BERSARANG KUSKUS BERUANG (*Ailurops ursinus*) DI HUTAN PENDIDIKAN UNHAS

Amran Achmad¹, Putu Oka Ngakan¹, Risma Illa Maulany¹, dan Asrianny¹

¹Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan km 10, Makassar. Tlp. 0411-585917

Fax 0411-589592 Email:amhutan@yahoo.com

ABSTRAK

Kuskus Beruang Sulawesi yang berstatus endemik dan dilindungi, di temukan di areal Hutan Pendidikan Unhas. Karena statusnya sebagai hutan pendidikan, maka salah satu bentuk pendekatan pengelolaan dan pemanfaatan hutan adalah melakukan pengelolaan tanpa merusak ekosistem yang berada di dalamnya melalui pemanfaatan hutan dengan mengedepankan aspek rekreatif, estetik, dan edukatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pakan dan preferensi bersarang Kuskus Beruang (*Ailurops ursinus*) di Hutan Pendidikan Unhas. Data yang dikumpulkan meliputi data vegetasi pada habitat kuskus, jenis tumbuhan pakan dan preferensi pakan, serta pohon sarang dan pemilihan pohon sarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 26 jenis tumbuhan pada tingkat pohon dan tiang yang tercatat dalam plot sampel, hanya 15 % (4 jenis) yang merupakan pakan kuskus. Tumbuhan pakan yang paling disenangi oleh Kuskus Beruang adalah *Dracontomelon dao*, dan *Palaquium obovatum*. Semua pohon yang digunakan bersarang oleh Kuskus Beruang, juga merupakan pohon pakan, yang terdiri dari atas empat jenis, yakni *Dracontomelon dao*, *Palaquium obovatum*, *Diospyros celebica* dan *Ficus sp.*

Kata kunci: Potensi pakan, preferensi bersarang, Kuskus Beruang

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Marga Kuskus adalah merupakan satwa berkantung (marsupialia) yang endemik di Indonesia Timur yang penyebarannya meliputi Papua, Maluku, Sulawesi, dan Timor (Farida, dkk., 2005). Salah satu jenis Kuskus yang endemik di Sulawesi adalah kuskus beruang (*Ailurops ursinus*). Genus *Ailurops* yang hidup endemik di Sulawesi adalah kuskus beruang Sulawesi (*Ailurops ursinus*) yang hanya dapat ditemukan di daratan Pulau Sulawesi, Peleng, Muna, Buton, dan Togian, sedangkan saudaranya, kuskus beruang Talaud (*Ailurops melanotis*) juga merupakan hewan endemik yang hanya hidup di Pulau Salibabu, Kabupaten Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara (Flannery, 1995)

Kuskus Beruang Sulawesi yang berstatus endemik dan dilindungi, juga di temukan di areal Hutan Pendidikan Unhas (Achmad, dkk, 2013). Karena statusnya sebagai hutan pendidikan, maka salah satu bentuk pendekatan pengelolaan dan pemanfaatan hutan adalah melakukan pengelolaan tanpa merusak ekosistem yang berada di dalamnya melalui pemanfaatan hutan dengan mengedepankan aspek rekreatif, estetik, dan edukatif. Pemanfaatan hutan dari aspek rekreatif, estetik, dan edukatif dapat diwujudkan melalui berbagai macam cara, dan salah satu diantaranya adalah melalui pemanfaatan satwaliar yang endemik dan dilindungi sebagai objek ekowisata (Achmad, dkk. 2012). Kuskus beruang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai objek ekowisata karena bentuknya yang unik, yakni mempunyai kantong untuk membesarkan anaknya, serta menggunakan ekornya

sebagai alat pengait/pelilit pada ranting jika satwa ini berpindah tempat atau mengayun pada dahan pohon. Karena pergerakannya yang lambat, maka objek ini dapat diamati dengan waktu yang lama, sehingga akan memberikan kepuasan tersendiri bagi pengunjung ekowisata.

Mengingat status Kuskus Beruang sebagai satwa yang dilindungi dan endemik di pulau sulawesi, maka pengelolaannya harus diarahkan kepada pelestarian populasi melalui manajemen habitat, dan pemanfaatan species non konsumtif melalui kegiatan ekowisata. Untuk mencapai sasaran pengelolaan satwa endemik ini, salah satu yang perlu dikaji adalah mengenai potensi pakan dan preferensi bersarang dari satwalar tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pakan dan preferensi bersarang kuskus beruang (*Ailurops ursinus*) di Hutan Pendidikan Unhas

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi pengelola Hutan Pendidikan Unhas, terutama pengelola Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata hutan Pendidikan Unhas dalam melakukan pelestarian Kuskus beruang dan sekaligus memanfaatkan species tersebut untuk kegiatan ekowisata.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.

Kegiatan penelitian potensi pakan dan preferensi bersarang, berlokasi di Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Hutan Pendidikan Unhas Kabupaten Maros. Penelitian ini dilaksanakan selama sembilan bulan, yaitu mulai bulan Februari sampai bulan Oktober 2014.

2.2 Cara Pengumpulan Data

2.2.1 Pengumpulan Data Potensi Pakan

Pengumpulan data secara umum dilaksanakan dengan menggunakan metode observasi langsung. Data yang dikumpulkan adalah Jenis pakan yang dikonsumsi dan aktivitas kuskus beruang sulawesi dalam memanfaatkan pakan, serta potensi jenis pakan (kerapatan, dominansi dan frekuensi) pada areal penelitian.

Ada tiga cara pengumpulan data dalam pengamatan jenis dan potensi pakan Kuskus

- 1) Pengumpulan data jenis pakan yang dimakan, dilakukan dengan metode observasi langsung yang menyangkut jenis pakan yang dimakan oleh Kuskus.
- 2) Pengumpulan data frekuensi pakan yang disukai, dilakukan dengan melihat jenis dan bagian tumbuhan yang dimakan selama pengamatan aktivitas makan.
- 3) Pengumpulan data status ekologi jenis pakan dalam areal pergerakan.

Pengamatan jenis pakan kuskus, dilakukan dengan cara mencatat jenis tumbuhan yang dipilih untuk dimakan, serta mencatat bagian tumbuhan yang dikonsumsi (daun, buah, bunga dan kulit ranting) dengan metode scan sample. Selain pendataan jenis tumbuhan pakan, juga dicatat frekuensi pemanfaatan jenis dan bagian tumbuhan yang diamati untuk mengetahui makanan kesukaan.

Pengumpulan data jenis tumbuhan, baik berstatus pakan maupun bukan pakan, dilakukan dengan metode purposive sampling, yakni menempatkan plot berdasarkan dua tipe tutupan vegetasi, yakni hutan alam tanpa campuran pinang dan hutan alam dengan campuran palm (pinang). Selain itu, penempatan plot juga diletakkan berdasarkan kelerengan terjal, landai dan datar. Berdasarkan kombinasi di atas, dibuat plot sebanyak tujuh unit dengan ukuran 20 m x 20 m untuk mengukur tingkat pohon. Plot ini kemudian dibagi kedalam sub plot berukuran 10 m x 10 m untuk mengukur tingkat tiang.

2.2.2 Pengumpulan Data Preferensi Bersarang

Pengamatan dimulai pada saat bertemu dengan Kuskus. Obyek pengamatan akan diikuti terus, dan apabila obyek berhenti di salah satu pohon dan berada pada pohon tersebut selama lebih dari 60 menit untuk beristirahat dan atau pun makan, maka pohon tersebut dikategorikan sebagai pohon.

Komposisi dan struktur hutan pada daerah di sekitar pohon sarang dikumpulkan dengan menggunakan plot empat persegi panjang. Pohon sarang yang ditemukan merupakan titik pusat plot. Dari pohon sarang ini, kemudian diukur sejauh lima meter ke bagian kiri dan kanan pohon sarang, dan sejauh 10 meter ke arah bagian depan dan belakang pohon sarang. Batas jarak empat penjuru ini yang dijadikan dasar untuk membuat plot berukuran 10 m x 20 m, dengan arah tegak lurus garis kontur. Hal ini dilakukan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai karakteristik habitat yang diinginkan oleh Kuskus Beruang untuk memilih pohon sarang.

Data yang dikumpulkan pada kegiatan ini meliputi; (1) Jenis pohon, (2) Diameter batang setinggi dada, (3) Tinggi total, (4) Tinggi bebas cabang, dan (5) Struktur vegetasi

2.3 Metode Analisis Data

Potensi ekologi pakan kuskus, akan dihitung nilai kepentingannya, berdasarkan nilai kerapatan, dominansi dan frekuensi jenis (Haryono, 1998). Rumus yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Bidang Dasar} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
 \text{Kerapatan (K)} &= \frac{\text{Jumlah Individu suatu jenis}}{\text{Luas plot}} \\
 \text{Kerapatan Relatif (KR)} &= \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{kerapatan seluruh jenis}} \times 100\% \\
 \text{Frekuensi (F)} &= \frac{\text{Jumlah plot ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh jenis}} \\
 \text{Frekuensi Relatif (FR)} &= \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\% \\
 \text{Dominansi (D)} &= \frac{\text{Jumlah bidang dasar}}{\text{Luas plot}} \\
 \text{Dominansi Relatif (DR)} &= \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Indeks Nilai Penting (INP)} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Preferensi bersarang Kuskus Beruang ditentukan dengan mendeskripsikan dan membandingkan karakteristik jenis pohon sarang dengan pohon lain di sekitar pohon sarang yang termasuk di dalam plot sample. Karakteristik habitat disekitar pohon tidur digambarkan melalui deskripsi tutupan tajuk dan struktur vegetasi yang ada dalam plot sample tersebut.

3. HASIL PENELITIAN

1. Status Pakan

Jenis pakan kuskus beruang sangat khas. Tidak semua jenis tumbuhan yang ditemukan pada habitat satwa ini adalah merupakan pakannya. Dari 26 jenis tumbuhan pada tingkat pohon dan tiang yang tercatat dalam plot sampel, hanya 15 % (4 jenis) yang merupakan pakan kuskus, yakni *Dracontomelon dao*, *Palaquium obovatum*, *Diospyros celebica* dan *Ficus sp.* Bandingkan dengan penelitian Saragi dkk., (2010) yang menemukan 19 jenis tumbuhan yang dijadikan pakan oleh Kuskus di habitat alamnya di Nabire Papua. Hal ini mengindikasikan bahwa betapa riskannya kehidupan Kuskus Beruang pada habitat yang diteliti, karena hanya ada empat jenis tumbuhan yang diketahui dengan pasti menjadi pakannya.

Untuk mengetahui status pohon pakan, maka dilakukan analisis vegetasi untuk mengetahui karakter ekologi dari tumbuhan yang ada pada habitat kuskus. Hasil analisis Indeks Nilai Penting dari semua jenis tumbuhan pada tingkat pohon dan tiang yang ditemukan dalam plot sampel, diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Tumbuhan dan Pakan Kuskus Beruang Di Lokasi Penelitian

No	Nama Jenis	KR	FR	DR	INP	Bagian Yang Dimakan	
						Daun	Kulit Ranting
1	<i>Alstonia scholaris</i>	0,97	2,38	0,82	4,17		
2	<i>Areca catechu</i>	33,01	9,52	5,23	47,77		
3	<i>Arenga pinnata</i>	8,74	4,76	8,77	22,27		
4	<i>Arthrophyllum diversifolium</i>	0,97	2,38	0,56	3,91		
5	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	3,88	4,76	4,74	13,39		
6	<i>Artocarpus sericocarpus</i>	0,97	2,38	0,88	4,23		
7	<i>Diospyros celebica</i> *	1,94	4,76	1,77	8,47	√	
8	<i>Dracontomelon dao</i> *	6,80	9,52	14,97	31,29	√	√
9	<i>Ficus sp.</i> *	0,97	2,38	3,21	6,56	√	
10	<i>Palaquium obovatum</i> *	11,65	9,52	38,15	59,33	√	√
11	<i>Ganophyllum taicatum</i>	0,97	2,38	0,17	3,53		
12	<i>Garcinia celebica</i>	2,91	2,38	0,34	5,64		
13	<i>Knema cinerea</i>	0,97	2,38	0,10	3,45		
14	<i>lancium domesticum</i>	4,85	4,76	1,89	11,51		
15	Mangga	1,94	4,76	3,87	10,58		

16	<i>Myristica fragrans</i>	0,97	2,38	0,11	3,46		
17	<i>Neolitsea cassiaefolia</i>	4,85	4,76	5,26	14,88		
18	<i>Pterocarpus indicus</i>	2,91	2,38	3,51	8,80		
19	Puca	1,94	4,76	1,97	8,67		
20	<i>Syzygium sp</i>	0,97	2,38	0,50	3,85		
21	<i>Toona sureni</i>	0,97	2,38	0,46	3,81		
22	X1	0,97	2,38	1,16	4,51		
23	X2	0,97	2,38	0,50	3,85		
24	X5	0,97	2,38	0,39	3,74		
25	X6	0,97	2,38	0,56	3,92		
26	X7	0,97	2,38	0,10	3,45		

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa selama penelitian ini berlangsung, bagian tumbuhan yang dimakan hanyalah daun dan kulit ranting. Tidak ditemukannya satwa ini memakan bagian tumbuhan berupa buah ataupun bunga, lebih disebabkan karena selama pengumpulan data lapangan, musim berbunga dan berbuah dari tumbuhan tersebut belum tiba. Menurut Dwiyahreni, dkk., (1999), Kuskus Beruang di Cagar Alam Batu Angus memakan buah *Dracontomelon dao*.

Prefensi pakan atau pakan kesukaan adalah jenis tumbuhan pakan yang lebih diperlukan dibandingkan jenis tumbuhan pakan lain yang terdapat di lingkungan suatu organisme. Frekuensi pemanfaatan pakan dan bagian pakan yang paling disenangi oleh Kuskus Beruang di Hutan Pendidikan Unhas, diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Frekuensi Pemanfaatan Bagian Tumbuhan Yang Dimakan Oleh Kuskus Beruang

No.	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Bagian Tumbuhan Yang Di Makan			
			Pucuk/ Daun Muda	Daun Tua	Kulit Ranting	Jumlah Pengambilan
1.	<i>Dracontomelon dao</i>	Dao	218	591	7	816
2.	<i>Palaquium obovatum</i>	Nyato	31	320	10	361
3.	<i>Ficus sp.</i>	Beringin	2	70	-	72
4.	<i>Diospyros celebica</i>	Kayu hitam	-	10	-	10

Berdasarkan tabel di atas, dapat dijelaskan bahwa tumbuhan pakan yang paling disenangi oleh Kuskus Beruang adalah *Dracontomelon dao*, kemudian *Palaquium obovatum* dimana bagian tumbuhan yang dimakan berupa pucuk/daun muda, daun tua dan kulit ranting. Selanjutnya adalah *Ficus sp.*, dan *Diospyros celebica*, dengan frekuensi pemanfaatan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan dua pakan yang pertama. Bagian yang dimakan dari tumbuhan pakan *Ficus sp.*, adalah daunnya, baik yang mudah maupun yang tua, namun frekuensi pengambilan pada daun tua jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daun muda. Untuk tumbuhan pakan *Diospyros celebica*, hanya daun tua yang dimakan dengan frekuensi pengambilan yang paling kecil.

Dibandingkan dengan Kuskus Beruang yang ada di Cagar Alam Tangkoko-Duasaudara, jumlah jenis tumbuhan pakan di wilayah tersebut jauh lebih besar, yakni sebanyak 22 jenis (Dwiyahreni, dkk., 1999). Lebih jauh

dijelaskan bahwa *Dracontomelon dao* dan *Palaquium amboinensis* adalah merupakan pakan yang disenangi.

2. Preferensi Bersarang

Semua pohon yang digunakan bersarang oleh Kuskus Beruang adalah merupakan pohon pakan dari satwa tersebut. Pada dasarnya mereka akan memilih pohon pakan yang ukuran pohonnya tinggi. Berdasarkan hasil pengumpulan data, diketahui bahwa selama penelitian berlangsung, ditemukan 12 pohon sarang yang digunakan oleh kuskus untuk makan dan tidur. Ke 12 pohon ini terdiri dari atas empat jenis, yakni *Dracontomelon dao* sebanyak 6 pohon, *Palaquium obovatum* sebanyak 4 pohon, serta masing-masing 1 pohon untuk jenis pohon *Diospyros celebica* dan *Ficus sp.*

Berdasarkan pengamatan di lapangan, nampak bahwa Kuskus lebih mengutamakan pemilihan pohon sarangnya karena ketersediaan pakannya, sehingga selama perjumpaan, kuskus akan berhenti untuk istirahat ketika menemukan pohon yang menjadi pakannya. Selama perjumpaan, tercatat bahwa pohon sarang yang dipilih oleh Kuskus mempunyai ketinggian antara 12 m sampai 30 m. Karakteristik 12 pohon yang dipilih oleh Kuskus untuk menjadi pohon sarang, diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik 12 pohon sarang Kuskus Beruang di Lokasi Penelitian

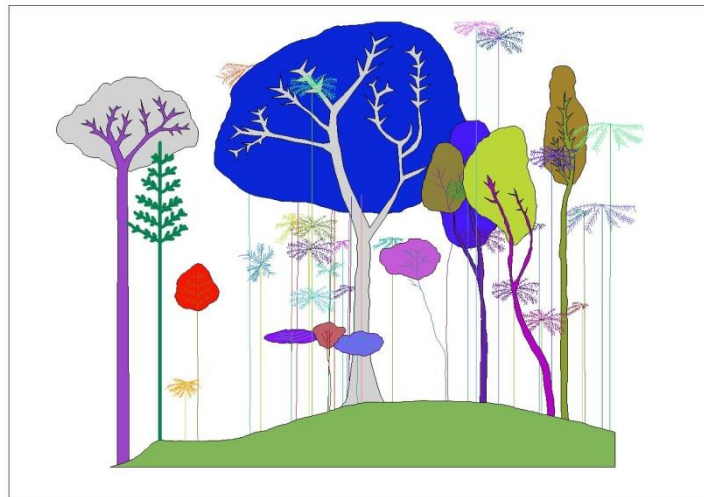
No.	Jenis Pohon	Keliling Batang (cm)	Tinggi Total (m)	Tinggi Bebas Cabang (m)
1.	<i>Dracontomelon dao</i>	185	23	18
2.	<i>Palaquium obovatum</i>	189	23	8
3.	<i>Dracontomelon dao</i>	185	25	14
4.	<i>Palaquium obovatum</i>	84	30	8
5.	<i>Diospyros celebica</i>	131	19	12
6.	<i>Palaquium obovatum</i>	188	27	15
7.	<i>Dracontomelon dao</i>	68	19	7
8.	<i>Dracontomelon dao</i>	199	22	13
9.	<i>Ficus sp.</i>	69	12	4
10.	<i>Dracontomelon dao</i>	133	21	12
11.	<i>Dracontomelon dao</i>	90	21	14
12.	<i>Palaquium obovatum</i>	89	23	8

Tabel 3 memperlihatkan jika jenis pohon *Dracontomelon dao* adalah merupakan pohon yang paling banyak digunakan sebagai pohon sarang, disusul oleh *Palaquium obovatum*, kemudian *Diospyros celebica* dan *Ficus sp.* namun dari hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa dari keempat jenis pohon yang digunakan sebagai pohon sarang dan sekaligus merupakan pakan Kuskus Beruang, *Palaquium obovatum* mempunyai Indeks Nilai Penting tertinggi, kemudian disusul oleh *Dracontomelon dao*, *Diospyros celebica* dan *Ficus sp.* Nilai Kerapatan Relative, Frekuensi Relative, Dominansi Relative dan Indeks Nilai Penting keempat jenis pohon sarang Kuskus Beruang, diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik ekologi empat jenis pohon sarang/pakan

No	Nama Jenis	KR	FR	DR	INP
1	<i>Palaquium obovatum</i>	11,65	9,52	38,15	59,33
2	<i>Dracontomelon dao</i>	6,80	9,52	14,97	31,29
3	<i>Diospyros celebica</i>	1,94	4,76	1,77	8,47
4	<i>Ficus sp.</i>	0,97	2,38	3,21	6,56

Hasil analisis vegetasi di sekitar pohon sarang dalam radius 10 m x 20 m memperlihatkan bahwa sangat kurang pohon yang besar seperti yang dipilih sebagai pohon sarang. Dari 12 plot yang diletakkan pada pohon sarang, hampir selalu pohon sarang adalah merupakan pohon terbesar. Contoh struktur vegetasi pada salah satu pohon sarang, diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur vegetasi di sekeliling pohon sarang Kuskus Beruang

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Sebanyak empat jenis pohon sarang dan sekaligus sebagai pohon pakan Kuskus beruang yang ditemukan selama penelitian ini berlangsung, yakni *Dracontomelon dao*, *Palaquium obovatum*, *Diospyros celebica* dan *Ficus sp.*
- *Dracontomelon dao*, *Palaquium obovatum* adalah merupakan jenis pakan yang paling banyak dikonsumsi oleh Kuskus beruang.
- Kuskus beruang memilih pohon pakan sebagai pohon sarang dengan tinggi pohon lebih banyak di atas 12 meter.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Universitas dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Hasanuddin, yang telah memberi bantuan dana untuk melaksanakan penelitian ini melalui Hibah BOPTN 2014.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, A., N.P. Oka., A. Umar dan Asrianny. 2012. Identifikasi Tutupan Vegetasi dan Potensi Fisik Untuk Pengembangan Ekowisata Di Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Hutan Pendidikan Unhas. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol.1, No.2: 87-102. ISSN 2302-299X.
- [2] Achmad, A., N.P. Oka., A. Umar dan Asrianny. 2013. Potensi Keanekaragaman Satwa Liar Untuk Pengembangan Ekowisata Di Laboratorium Lapangan Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Hutan Pendidikan Unhas.. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol.1, No.2: 79-92. ISSN 2302-299X.
- [3] Dwiyahreni, A. A., dkk. 1999. Diet and Activity of The Bear Cuscus, *Ailurops ursinus*, in NorthSulawesi, Indonesia. *Journal of Mammalogy*, 80, 905-912.
- [4] Farida, W. R., dkk. 2005. Pemilihan Jenis Tumbuhan Sumber Pakan dan Tempat Bersarang Kuskus (*Phalanger* sp.) di Cagar Alam Gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur. *Biodiversitas*, 6, 50-54.
- [5] Flannery, T. 1994b. *Possums of the World; A Monograph of the Phalangerioidea*. Sidney: Roberth Brown & Associates.
- [6] Saragi, E.W., M.J. Sadsoeitoeboen and F. Pattiselanno. 2010. The diet of spotted cuscus (*Spilocuscus maculatus*) in natural and captivity habitat. *BIOSCIENCE*, 2 (2), 78-83.

Karakteristik Sarang Orangutan (*Pongo pygmaeus morio*) Pada Beberapa Tipe Hutan Di Kalimantan Timur

Teguh Muslim^{1,2} dan Amir Ma'ruf¹

¹Balai Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam
Jl. Soekarno – Hatta KM. 38 Samboja – Kalimantan Timur

²email: tm97_forester@yahoo.com

Abstrak

Keberadaan Orangutan (*Pongo pygmaeus morio*) di Kalimantan Timur mulai tergeser akibat konversi lahan untuk tujuan pertambangan dan perkebunan. Kondisi seperti ini dapat terlihat dari keberadaan sarang Orangutan dilokasi-lokasi yang tidak seharusnya berada. Disisi lain program restorasi habitat dan reintroduksi Orangutan belum berjalan dengan baik akibat kurangnya dukungan dari pemerintah dan masyarakat. Survei sarang Orangutan di kawasan hutan dapat dijadikan indikator keberhasilan program restorasi habitat dan reintroduksi. Karakteristik sarang di beberapa tipe hutan berhubungan erat dengan keberadaan Orangutan pada kawasan tersebut. Lokasi survei dilakukan pada hutan primer, hutan fragmentasi dan hutan sekunder disekitar perkebunan masyarakat. Pada hutan primer ditemukan sarang yang lebih sedikit dibandingkan pada hutan fragmentasi dan hutan sekunder. Hal ini sangat dimungkinkan karena beberapa faktor, antara lain : luasan kawasan, sumber pakan serta ancaman dari keberadaan manusia. Karakteristik pohon, posisi dan tipe sarang sangat tergantung pada komposisi dan struktur vegetasi yang ada. Vegetasi pada hutan primer lebih bervariasi dalam komposisi dan struktur tegakan dari tingkat tiang (10 – 20 m) sampai tingkat pohon (20 m-up), memiliki sumber pakan yang bervariasi dan mencukupi serta kurangnya ancaman dari keberadaan manusia. Sedangkan pada hutan sekunder dan fragmentasi relatif sama yang didominasi jenis pionier seperti *Macaranga gigantea* pada tingkat tiang (10 – 20 m), kurangnya variasi jenis pakan dan tingginya ancaman dari manusia.

Kata kunci: Karakteristik, sarang Orangutan, *Pongo pygmaeus*, Kalimantan Timur

1. PENDAHULUAN

Pongo pygmaeus morio merupakan sub spesies orangutan Kalimantan (borneo orangutan) yang penyebarannya meliputi sebagian besar wilayah Kalimantan bagian timur termasuk beberapa kabupaten di wilayah Kalimantan Timur dan juga beberapa wilayah di Sabah Malaysia. Kemampuan beradaptasinya dalam habitat yang cukup sulit dimana ketersediaan makanan tidak melimpah dan terpencar-pencar dalam beberapa habitat kecil, hal ini dikarenakan perilaku pakan yang tidak terlalu banyak tergantung pada buah tetapi juga dapat menggunakan daun dan kambium batang sebagai sumber pakannya (Rayadin, 2010; Meijaard et al, 2001). Habitat yang memiliki kualitas baik bagi orangutan adalah yang memiliki pepohonan dan liana, yang dapat menyediakan buah-buahan sebesar 30 – 50%. Pada hutan rawa, dalam kondisi basah terdapat paling sedikit 40 jenis pohon penghasil pakan, sedangkan dalam kondisi kering sebanyak 60 jenis. Hingga saat ini tercatat lebih dari 1.000 species tumbuhan, jamur, dan hewan kecil yang menjadi pakan orangutan (Meijaard et al. (2001): Purwadi (2010). Ketersediaan pakan merupakan faktor ekologi terpenting dalam manajemen populasi orangutan, kegiatan pemantauan ketersediaan pakan alami, dan perbaikan habitat melalui pemeliharaan regenerasi tumbuhan pakan alami dapat menjamin kelestarian orangutan pada habitatnya (Santosa dan Rahman, 2012 dalam Kuswanda, 2013).

Sebagian besar waktunya di atas pohon (arboreal) dengan membuat sarang dari ranting-ranting atas pohon. Setiap harinya orangutan membuat sarang 1–3 sarang dengan daya jelajah setiap harinya lebih dari 10 ha (Schaik et al., 1995). Menurut Schaik dan Idrusman (1996), dalam suatu pohon ada beberapa posisi sarang yang biasa digunakan oleh orangutan yaitu posisi sarang yang terletak di dekat batang utama, posisi sarang yang terletak di tengah atau di pinggir cabang utama, dan posisi sarang yang terletak di puncak pohon. Kegiatan pembuatan sarang akan membantu pembukaan kanopi sehingga sinar matahari dapat masuk hingga lantai hutan. Regenerasi anakan pohon terutama jenis pohon-pohon intoleran yang telah ada sebelumnya pada ekosistem hutan pun dapat tumbuh baik dengan adanya kehadiran orangutan pada suatu habitat. Merujuk kepada peranannya dalam ekosistem termasuk terhadap kesejahteraan masyarakat sekitar hutan, maka orangutan disebut sebagai salah satu spesies payung (*umbrella species*) yaitu spesies yang kelestariannya berpengaruh terhadap kelestarian ekosistem dimana spesies tersebut ditemukan (Santosa dan Rahman, 2012).

Kerentanan orangutan dihabitatnya karena selain laju reproduksi yang sangat lambat 1 bayi dalam periode 8 s.d 9 tahun (Wich et al. 2009) juga memerlukan wilayah hutan yang luas dan tersambung untuk menopang kehidupannya (+ 500 km² (Marshall et al. 2009). Diwaktu yang bersamaan, manusia juga memerlukan ruang/lahan untuk menopang kehidupannya sehingga banyak mengancam habitat asli dimana Orangutan berada (Untuk pertanian, perkebunan (sawit atau tanaman industri monokultur), pertambangan dan pemukiman. Fakta keberadaan orangutan di habitatnya di Pulau Kalimantan + 78% berada di luar kawasan konservasi. Dari angka + 78%, keberadaan Orangutan + 29 % berada di HPH, + 6% di HTI, dan + 19% di Kebun sawit, dan + 24% (di luar konsesi) – Wich et al. (2012). Menurut Sugardjito (1986) dan Meijaard et al (2001) menyebutkan bahwa orangutan hanya mampu bertahan hidup pada habitat tropis yang masih primer. Habitat yang optimal bagi orangutan paling sedikit mencakup dua tipe lahan utama yaitu tepi sungai dan dataran tinggi kering yang berdekatan (Meijaard et al., 2001).

Populasinya kini semakin berkurang akibat pemanfaatan hutan dengan berbagai kepentingan. Berdasarkan data yang dikeluarkan International Workshop on Population Habitat Viability Analysis (PHVA)-2004 melaporkan bahwa populasi orangutan di Kalimantan ada 57.797. Sementara populasi orangutan di Sumatera ada 7.501. Menurut IUCN diperkirakan dalam satu atau tiga dekade ke depan orangutan dikategorikan akan punah jika tidak ada upaya serius dalam mencegah kepunahan tersebut. Status konservasi orangutan dalam International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN/2004) termasuk kategori Critically Endangered atau kritis untuk orangutan Sumatra dan terancam punah (Endangered) untuk orangutan Kalimantan; dalam CITES termasuk Appendix 1. Di Indonesia perlindungan orangutan masuk dalam Peraturan Perlindungan Binatang Liar No. 233/1931; UU No.5 tahun 1990; SK. Menhut 10 Juni 1991, No.301/Kpts-II/1991 dan PP No.7, 1999.

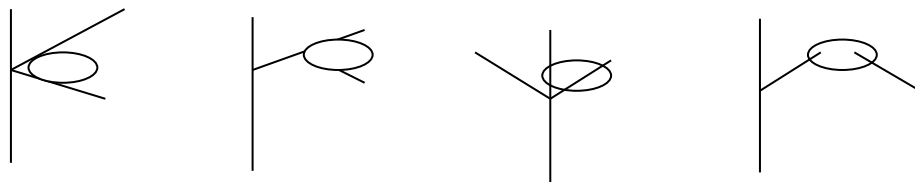
Populasi orangutan harus ditingkatkan untuk mencegah kepunahan dengan menyediakan habitat yang sesuai untuk bertahan hidup dan bereproduksi. Untuk itu perlu dilakukan monitoring keberhasilan peningkatan populasi orangutan dengan pendekatan survei sarang. Selain untuk menduga populasi orangutan di kawasan

tersebut, karakteristik sarang juga menjadi indikator kondisi habitat orangutan yang nantinya dapat dijadikan informasi sebagai acuan atau opsi yang harus atau tidak harus dilakukan dalam pengelolaan orangutan dan habitatnya sesuai dengan kondisi atau tingkat keterancamannya.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pencarian pohon sarang orangutan dalam area plot contoh seluas 1 ha. Setiap pohon sarang yang dijumpai dilakukan identifikasi pohon sarang yang meliputi : diameter pohon, tinggi pohon, tinggi sarang, dan tinggi bebas cabang serta posisi dan tipe sarang. Pengambilan titik koordinat juga dilakukan untuk melihat pola persebaran pohon sarang dan jarak antar pohon sarang.

Posisi sarang diklasifikasikan berdasarkan letak sarang pada bagian pohon. Posisi sarang dibedakan atas 4 posisi dasar: (1) pola 1, yaitu sarang terletak pada cabang utama, (2) pola 2, yaitu sarang terletak pada cabang horizontal yang jauh dari batang atau dalam tulisan ini disebut sebagai ujung dahan, (3) pola 3, yaitu sarang terletak pada ujung batang/ujung pohon berbentuk garpu, (4) pola 4 yaitu pertemuan cabang 2 pohon yang berbeda dan satu pola yang tidak umum yaitu pola) dimana sarang dibuat di lantai hutan di bawah pohon (Prasetyo et al., 2009). Posisi sarang digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Posisi sarang orangutan, a) posisi I, b) Posisi II, c) Posisi III, d) posisi IV

Selanjutnya, kelas sarang orangutan dibagi menjadi 5 kelas, yaitu kelas A, B, C, D, dan E (Ancrenaz et al., 2004). Sarang kelas A adalah sarang yang masih baru dan dicirikan dengan warna daun yang masih hijau, sarang kelas B atau sarang yang relatif baru merupakan campuran dari daun-daun yang berwarna hijau dengan daun-daun kering, sarang kelas C yaitu berwarna coklat, tetapi bentuk sarang masih utuh, sarang kelas D adalah tipe sarang yang sangat tua yang dicirikan dengan adanya lubang pada sarang, dan sarang kelas E atau hampir hilang yaitu kelas sarang yang dicirikan dengan tidak ada daun, sedikit ranting dan bentuk sarang hampir hilang (Johnson et al., 2005).



Gambar 2. Tipe Kelas Berdasarkan Umur Sarang

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kepadatan sarang orangutan adalah sebagai berikut (Buij et al., 2003; van Schaik et al., 1995 dalam Russon et al., 2001):

$$D(N) = \frac{N}{l \times w} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

D (N) = kerapatan sarang orangutan

N = jumlah sarang yang ditemukan

l = panjang transek

w = lebar jalur efektif

Tipe habitat berdasarkan lokasi penelitian yang berbeda dalam klasifikasi umur hutan dan status kawasan. Lokasi yang menjadi habitat orangutan antara lain : Kawasan Hutan Lindung Gunung Beratus, Kawasan terfragmentasi di Bengalon. Hutan Lindung Pegunungan Beratus (HLGB) merupakan sebuah kawasan hutan hujan dataran rendah dan hutan perbukitan yang sesuai dengan habitat asli orangutan (Russon, 1999). Kawasan terfragmentasi merupakan kawasan konsesi PT. KPC dan lahan masyarakat di Bengalon.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Habitat pada kawasan Hutan Lindung Gunung Beratus tersusun dari vegetasi dengan strata yang merata dari tingkat pancang, tiang sampai pohon. Jumlah semua sarang yang ditemukan yaitu 18 buah sarang dengan tipe D pada jarak antar sarang 25 m hingga 1300 m. Di Borneo, sarang Orangutan lebih banyak ditemukan pada daerah dataran banjir (food-plain) dan hutan rawa gambut dengan jumlah sarang rata-rata 0,5-2,9 per km². Daerah dipinggiran sungai merupakan daerah dengan jumlah sarang terbanyak kedua, dengan rata-rata jumlah sarang 0,8-2,3 per km². (Banjarnahor, 2011 dalam Kuswanda, 2013). Pohon sarang jenis *Duabanga* sp 4 (70%), *Sloania* sp, *Shorea* sp 2 (20%). *Santiria* sp, *Sizigium* sp (jambu-jambuan) 2, *Gionsea* sp 2 dan *Garcinia* sp (manggis). Terdapat 95 spesies tumbuhan dan satu spesies rayap *Dicus piditermes* yang dimakan Orangutan di Pegunungan Beratus. (Kuncoro, 2004).

Ketinggian sarang antara 15-40 m. Pola sarang dari sarang tersebut yaitu terletak pada cabang utama 10 pohon, ujung dahan 4 dan pucuk pohon 4. Sarang kelas D sebanyak 100 % adalah tipe sarang yang berumur antara 16 – 24 minggu. Kelas sarang D ditandai dengan warna daun pada sarang yang dipergunakan telah berubah menjadi coklat hingga kehitaman. Tipe C, yaitu tipe sarang yang belum terlalu lama ditinggalkan namun daun penyusunnya sudah mengering dan bentuk sarang masih utuh. Kerapatan sarang orangutan di HLGB diperoleh hasil yaitu 0,00001125. Pada kondisi habitat yang ideal, satu individu orangutan diperkirakan membutuhkan luasan 100 hektar atau 1 km². Pada habitat alaminya, orangutan dapat hidup dengan normal antara 5-6 individu dalam luasan 1 km². Nilai ini sangat kecil sehingga dengan kata lain bahwa orangutan di HLGB sudah tidak ada lagi.

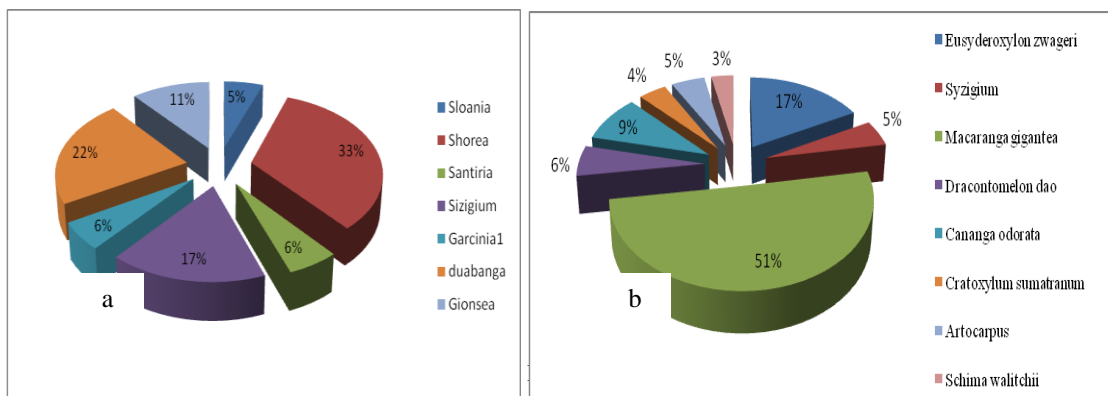
Pemilihan jenis *Duabanga* sp sebagai pohon sarang dikarenakan pada saat tersebut sedang musim berbuah. Orangutan biasanya akan membuat sarang di pohon pakan atau di sekitarnya guna mempermudah pencarian makan keesokan

harinya. Umumnya *Sizigium* sp. dipilih karena selain buahnya dapat dimakan juga daunnya mirip dengan rasa buahnya. Proporsi posisi sarang di Bengalon lebih merata dibandingkan Beratus tanpa penggunaan pucuk pohon. Penggunaan ujung dahan lebih besar untuk kedua lokasi dibandingkan pada posisi cabang utama seperti terlihat pada tabel 1. Pemilihan posisi sarang ini mempertimbangkan beberapa aspek yaitu berat dan besar orangutan. Orangutan yang besar mempunyai berat badan yang lebih berat, akan menggunakan cabang utama yang diperkirakan mampu dan nyaman menyangga tubuhnya. Sedangkan posisi sarang biasanya juga mempertimbangkan letak pakan. Kadang-kadang orangutan mengambil makanan dari sarang tempat terakhir.

Tabel 1. Proporsi Posisi Sarang pada Bagian Pohon di Dua Lokasi/Habitat Berbeda

Lokasi/Habitat	Posisi Sarang		
	Ujung Dahan	Cabang Utama	Pucuk Pohon
Beratus/Primer	78%	22%	-
Bengalon/Sekunder	69%	17%	14%

Orangutan yang menggunakan Cabang Utama biasanya adalah orangutan dewasa sesuai dengan berat dan besar tubuhnya. Cabang utama sangat mampu untuk menahan beban yang cukup berat. Selain orangutan jantan dewasa, betina dewasa yang mempunyai anak lebih menyukai cabang utama. Hal ini berkaitan dengan keberadaan anak. Posisi Ujung dahan biasanya dipakai oleh orangutan remaja atau yang tidak terlalu berat. Posisi pucuk pohon dipilih oleh orangutan untuk mempermudah mengamati gangguan dari luar. Sedangkan untuk posisi lantai hutan biasanya dipergunakan oleh orangutan rehabilitasi dimana orangutan tersebut masih dalam tahap adaptasi di hutan.



Pemilihan jenis pohon sarang ini dipengaruhi oleh posisi dengan pohon pakan dan posisi pohon yang memungkinkan orangutan membuat sarang dan dapat mengamati keadaan sekitar. Hal ini juga terjadi pada orangutan liar dimana sarang yang dibuat orangutan akan mempunyai area pandang yang luas sehingga dapat mengetahui bahaya yang setiap saat bisa muncul. Beberapa bahaya ditimbulkan dari satwa lain terhadap orangutan antara lain seperti beruang madu dan ular.

Sedangkan habitat di kawasan hutan terfragmentasi PT. KPC dan lahan masyarakat didominasi oleh vegetasi tingkat pancang. Sarang Orangutan dipinggir jalan hanya berjarak 10 meter sampai yang paling jauh yang masih dapat terlihat tanpa bantuan alat teropong sekitar 500 meter. Kondisi (aman) seperti itu mungkin tidak dialami oleh orangutan yang sarangnya sudah terdesak oleh Perusahaan dan masyarakat. Mungkin pada kondisi yang tidak aman maka Orangutan selalu berpindah-pindah pohon untuk membuat sarang baru. Pohon-pohon yang dijadikan sarang orangutan adalah pohon yang memiliki tinggi 9 – 25 meter dan posisi sarang berada ujung dahan, pucuk pohon dan cabang utama diketinggian sarang 8 – 21 meter diatas permukaan tanah.

Tidak dijumpai sarang baru tipe A (hijau), agak baru tipe B (Hijau kecoklatan) dan agak lama C (Coklat kehijauan). Walaupun tipe sarang tergolong lama (D), bukan berarti sarang tersebut tidak dipergunakan lagi. Jenis pohon paling banyak digunakan sebagai pohon sarang adalah *Macaranga gigantea* (Mahang) kemudian disusul dengan *Eusyderoxylon zwagerii* (Ulin). Jenis *Macaranga* sebagai pohon sarang juga sebagai pohon pakan karena orangutan memakan kulit kayunya. (Kuncoro, 2004).

Tinggi dan diameter pohon mungkin saja mempengaruhi Orangutan dalam membuat sarang. Pohon yang lebih banyak dipilih Orangutan untuk dijadikan sarang berukuran tinggi antara 12 – 16 meter dengan diameter antara 25 – 30 cm. Tingginya penggunaan pohon sarang dari jenis mahang dapat mengindikasikan bahwa suatu kawasan tersebut didominasi oleh jenis pohon mahang yang berarti juga bahwa kawasan tersebut terganggu. Sedangkan pengecualian untuk pohon sarang dari jenis ulin yang banyak dijumpai justru pada kawasan sekitar kebun masyarakat yang belum digarap untuk perkebunan yang hanya menunjukkan sisa-sisa berupa tunggul dari pohon ulin dan yang belum ditebang karena berdiameter kecil.

Sarang-sarang yang dibuat pada pohon Ulin dan Mahang dapat juga mengindikasikan dua kondisi yang bertolak belakang dalam perilaku Orangutan membuat sarang. Sarang pada pohon ulin dibuat karena pohon tersebut lebih kuat dari mahang dan juga dipakai untuk waktu yang lebih lama daripada pohon sarang dari jenis mahang. Sedangkan banyaknya pohon mahang yang dijadikan sarang tidak berarti bahwa dalam suatu kawasan tersebut banyak terdapat Orangutan. Pohon mahang yang berumur pendek dan cabang-cabangnya mudah lapuk menyebabkan Orangutan selalu berpindah-pindah membuat sarang.

4. KESIMPULAN

Perbedaan kondisi habitat membuat variasi karakteristik pada sarang orangutan. Pemilihan pohon sarang dapat didasarkan oleh ketersediaan jenis dan ukuran pohon pada suatu luasan habitat. Faktor eksternal dari pemilihan pohon sarang lebih disebabkan oleh tingkat keterancaman atau gangguan dari manusia.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ancrenaz, M; R. Calaque; I. Lackman. 2004. Orangutan Nesting Behavior in Disturbed Forest of Sabah, Malaysia: Implications for Nest Census. *International Journal of Primatology*, Vol. 25, No.5, October 2004.
- [2] Buij, R; I. Singleton; E. Krakauer; C.P. van. Schaik. 2003. Rapid Assessment of Orangutan Density. *Biological Conservation* 114: 103-113.
- [3] IUCN, 2004 IUCN Red List of Threatened Species. *Pongo pygmaeus*.
- [4] Johnson, A.E; C.D. Knott; B. Pamungkas; M. Pasaribu; A.J. Marshall. 2005. A Survey of The Orangutan (*Pongo pygmaeus wurmbii*) Populatin In and Around Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia Based On Nest Counts. *Biological Conservation* 121: 495-507.
- [5] Kuncoro, (2004), Aktivitas Harian Orangutan Kalimantan (*Pongo pygmaeus Linnaeus*, 1760) Rehabilitan di Hutan Lindung Pegunungan Meratus Kalimantan Timur (Skripsi).
- [6] Kuswanda, W. (2013). Seleksi Sumberdaya Habitat Orang Utan (*Pongo abelii* Lesson 1827) Di Cagar Alam Sipirok, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. Vol. 10 No.3 Desember 2013 : 255-271
- [7] Kuswanda, W. (2007). Ancaman terhadap kelangsungan hidup orangutan Sumatera (*Pongo abelii* Lesson). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* IV(4), 409-417.
- [8] Ma'ruf, A dan T. Muslim. 2015. Laporan Survei Sarang Orangutan di Bengalon. Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam. Samboja. Tidak Dipublikasikan.
- [9] Ma'ruf, A dan T. Muslim. 2014. Laporan Survei Sarang Orangutan di Hutan Lindung Gunung Beratus. Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam. Samboja. Tidak Dipublikasikan.
- [10] Mathewson, P.D; S.N. Spehar; E. Meijaard; Nardiyono; Purnomo; A. Sasmirul; Sudiyanto; Oman; Sulhunudin.; Jasary; Jumali; A.J. Marshall. 2008. Evaluating Orangutan Census Techniques Using Nest Decay Rates: Implications For Population Estimates. *Ecological Applications*, 18(1), pp 208-221.
- [11] Meijaard, E., Rijksen, H.D., & Kartikasari, S.N. (2001). Di ambang kepunahan! kondisi orangutan liar diawal abad ke-21. Jakarta: The Gibbon Foundation Indonesia.

- [12]Mitani, J.C. (1985). Mating behaviour of males orangutans in the Kutai Game Reserve, Indonesia. *Animal Behaviour* 33, 392-402.
- [13]Prasetyo, D; M. Ancrenaz; H.C. Morrogh-Bernard; S.S.U. Atmoko; S.A Wich. C.P van Schaik. 2009. Nest Building in Orangutan. On: S.A. Wich; S.S.U Atmoko;T.M. Setia; C.P. van Schaik, editor. *Orangutans Geographic Variation in Bahavioral Ecology and Conservation*. New York: Oxford University Press (269-278).
- [14]Purwadi. (2010). Karakteristik habitat preferensial orangutan *Pongo pygmaeus wurmbii* di Taman Nasional Sebangau. (Thesis Program Pasca Sarjana). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [15]Rahmawaty; Khairida; E. Siagian. 2006. Bentuk Partisipasi Masyarakat Dusun III Tongkoh, Desa Dolat Raya, Kecamatan Tiga Panah, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara Terhadap Upaya Konservasi di Taman Hutan Raya Bukit Barisan. Karya Tulis. Dephut. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [16]Rayadin, Y. 2010. Survey Populasi Orangutan (*Pongo pygmaeus morio*) dan Habitatnya di “Jantung” Taman Nasional Kutai. Draft Laporan. OCSP Kalimantan- Balai Taman Nasional Kutai. Tidak dipublikasikan.
- [17]Russon, A.E; A. Erman; R. Dennis. 2001. The Population and Distribution of Orangutans (*Pongo pygmaeus pygmaeus*) In and Around The Danau Sentarum Wildlife Reserve, West Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* 21-28.
- [18]Sugardjito, J. (1986). Ecological constrains on the behaviour of Sumatran orangutan in the Gunung Leuser National Park, Indonesia. (Thesis Utrecht University). Netherlands.

Fragmentasi Habitat Owa Kelawat (*Hylobates muelleri*) Di Kawasan Pemukiman Samarinda, Kalimantan Timur

Suryanto¹, Teguh Muslim², Warsidi³

^{1,2,3}Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam
Jl. Soekarno Hatta Km. 38 PO. BOX 578 Balikpapan 76112 Telp. (0542)
7217663

email : ¹suryantoflitce@gmail.com / ²tm97_forester@yahoo.com

Abstrak

Di tengah ancaman kepunahannya, keberadaan Owa Kelawat dilaporkan ada di habitat yang terfragmentasi di sela derap pembangunan kota. Upaya perlindungan perlu segera dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah menyediakan informasi pendahuluan mengenai populasi, perilaku, dan daya dukung habitat untuk Owa. Informasi ini kemudian dapat digunakan sebagai referensi dalam usaha penyelamatan Owa yang tepat. Pengamatan dilakukan selama 3 minggu menggunakan metode pengamatan langsung (Visual Encounter Survey) pada habitat terfragmentasi (Patch area) selama 3 minggu dengan waktu pengamatan pagi hari (pukul 05.30-10.00 WITA), sore hari (pukul 14.30-16.00 WITA) serta pengumpulan data vegetasi. Penelitian memberikan hasil bahwa terdapat 2 kelompok Owa dengan jumlah total 5 individu yang berada di antara areal terfragmentasi seluas 3,6 hektar. Keunikan yang teramati adalah selain bersosialisasi dengan kelompok Owa lain, juga berdampingan dengan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*). Pohon sarang untuk tidur adalah jenis *Hevea* sp. (karet) yang berada pada puncak bukit. Sedangkan pohon pakan terdiri beberapa jenis, yaitu *Artocarpus integer* (cempedak), *Lansium domesticum* (lansat), *Baccaurea motleyana* (rambai) dan *Nephelium lappaceum* (rambutan). Karena daya dukung yang tidak memadai untuk keberlangsungan hidup Owa Kelawat di habitat subjek amatan, translokasi adalah pilihan terbaik yang disarankan.

Kata Kunci: Owa Kelawat, *Hylobates muelleri*, perilaku, habitat

1. PENDAHULUAN

Owa Kelawat (*Hylobates muelleri*) adalah satwa terkecil dalam family Hylobatidae; merupakan primate tidak berekor (Payne et al., 2000) dan hidup secara berkelompok dan mem-pertahankan teritorinya dengan suara atau tanda-tanda khusus lainnya (Alikodra, 2004). Owa jenis ini dikenal juga dalam nama lain sebagai Gibbon Kalimantan atau Gibbon Abu-abu Kalimantan atau Kelampiau. Satwa ini memiliki ciri fisik kecil dan berbulu dihampir seluruh tubuhnya, dengan warna dominan coklat atau abu-abu. Pada bagian wajah, warna coklat/abu-abu bulu Owa Kelawat lebih terang dan pada kepala bagian atas berwarna lebih gelap sehingga terlihat seperti memakai topi. Ciri lain adalah lengan yang lebih panjang daripada kaki. Berat tubuh Owa Kelawat dewasa adalah rata-rata 5,7 kg. Pada pagi hari, satwa diurnal ini memiliki kebiasaan mengeluarkan suara yang keras, panjang dan mengalun, dengan daya jangkau hingga 2 km.

Owa Kelawat merupakan satwa endemik Kalimantan bagian utara dan timur. Merupakan satwa arboreal sejati karena seluruh aktifitas hidupnya dilakukan pada bagian tajuk atas. Kaki yang sangat pendek bahkan hampir

tidak pernah digunakan untuk aktifitas berjalan. Untuk berpindah tempat, tangan lebih banyak difungsikan, yaitu dengan cara berayun dari cabang ke cabang lain atau ke pohon yang lain. Termasuk dalam aktifitas mencari makanan. Sehingga demikian, keberadaan hutan atau kawasan yang bertegakan menjadi syarat penting keberlangsungan hidup bagi Owa Kelawat. Terutama tegakan yang memiliki pohon buah sebagai sumber pakan, seperti Cempedak, Rambutan dan lainnya.

Samarinda dulunya adalah kawasan bertegakan hutan dan menjadi habitat bagi banyak satwa.. Samarinda kemudian menjadi sebuah kota yang berkembang dan akan terus berkembang. Pembangunan selalu berjalan untuk penyediaan fasilitas untuk beragam aktifitas manusia di dalamnya. Konsekuensi dari pembangunan ini adalah merubah fungsi hutan atau tegakan menjadi jalan, perkantoran, pemukiman dan fasilitas umum lainnya. Hutan dan tegakan perlahan menghilang, dan akan terus berkurang. Perubahan fungsi ini menyebabkan ekosistem yang berubah drastis untuk satwa, termasuk bagi Owa Kelawat. Pertahanan hidupnya menjadi sangat lemah karena ketersediaan hutan atau tegakan menyempit di kluster-kluster yang tersisa; yang sangat berkebetulan; belum tersentuh pembangunan.

Sampai sejauh ini belum tersedia satu hasil studi tentang penurunan populasi Owa Kelawat di kota Samarinda. Namun demikian, sifat ketergantungan hidupnya yang sangat tinggi terhadap tegakan mengargumentasikan telah banyak Owa Kelawat yang mati karena dampak pembangunan kota. Bagi yang beruntung, kluster-kluster sempit hutan atau tegakan menjadi tempat hidup terakhir bagi Owa Kelawat yang tersisa. Dituntun melalui keramaian suaranya yang khas di pagi hari, beberapa pemukim kota melaporkan berita baik tentang adanya keberadaan Owa Kelawat di kluster-kluster seperti itu. Salah satunya di seperti dilaporkan oleh pemukim di perumahan SKM Borneo, Kelurahan Mugirejo Jln. Damanhuri Samarinda.

Owa Kelawat tergolong satwa dilindungi yang masuk dalam appendix I Cites (Cites, 2015) dan termasuk dalam kategori/kriteria *Endangered A2cd ver 3.1*. dalam daftar merah IUCN yang memiliki resiko kepunahan yang sangat tinggi di alam liar (Geissmann, T. & Nijman, V. 2008). Laporan mengenai adanya Owa Kelawat di habitat yang terfragmentasi di Kota Samarinda tentunya memerlukan adanya upaya untuk perlindungannya. Beberapa cara yang mungkin dilakukan adalah mengubah status kawasan menjadi habitat perlindungan bagi Owa Kelawat atau merelokasi ke Kawasan yang lebih layak. Untuk itu diperlukan penelitian agar solusi penyelamatan Owa dapat dilakukan dengan tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah menyediakan informasi pendahuluan tentang populasi, perilaku dan daya dukung habitat di fragmen kawasan yang dilaporkan oleh pemukim.

2. METODE

1. Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian dilaksanakan di kluster hutan / tegakan yang terfragmentasi pemukiman di perumahan SKM Borneo, Kelurahan Mugirejo Jln. Damanhuri Samarinda. Karena ancaman kepunahannya, pengambilan data dilaksanakan secara cepat, yaitu selama 3 minggu yang dilakukan pada bulan Maret.

2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan meliputi Binokuler, GPS Garmin, Kamera *Tally Sheet* dan Buku Panduan Lapang Primata untuk membantu identifikasi jenis. Binokuler dan buku panduan digunakan untuk membantu penglihatan pengamat agar Owa Kelawat yang letaknya jauh di tajuk atas dapat diidentifikasi dengan baik. GPS digunakan untuk pengambilan titik koordinat dan pemetaan kawasan. Sementara itu, Kamera digunakan untuk dokumentasi dan tally sheet untuk pencatatan data.

3. Pengambilan Data

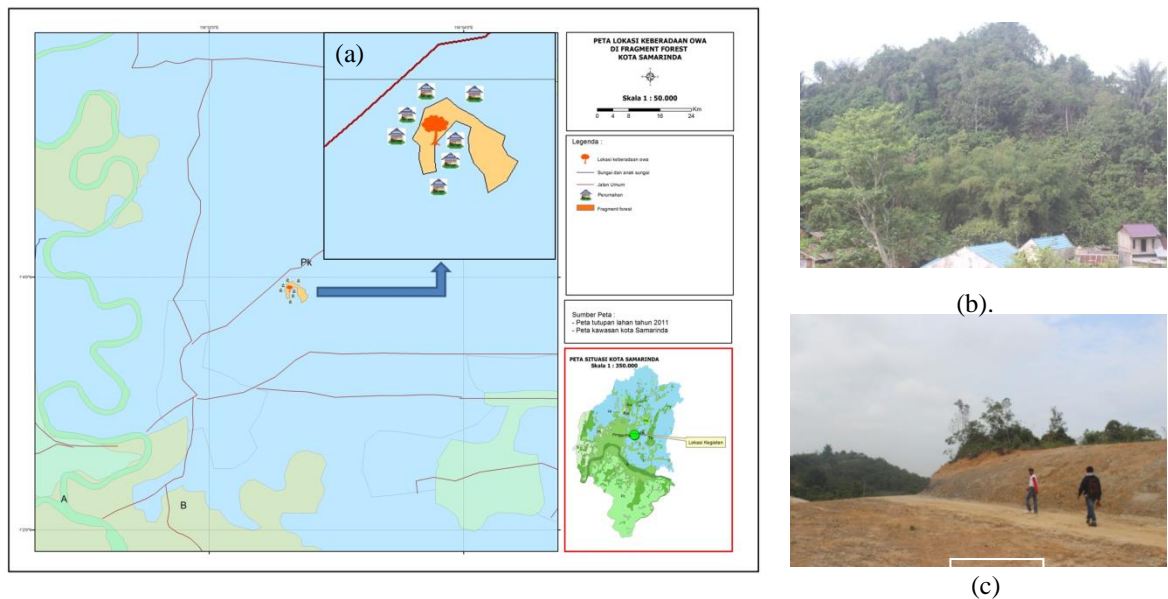
Jenis data yang dikumpulkan meliputi data habitat, jenis dan jumlah individu dan perilaku. Data habitat yang dihimpun berkenaan dengan luas, kondisi tutupan hutan, tempat beraktifitas dan sumber pakan. Pengamatan dilakukan dengan metode pengamatan langsung (*Visual Encounter Survey*) dan amatan tidak langsung. Pengamatan langsung diawali dengan menentukan beberapa titik amatan terdekat untuk beragam aktifitas subjek. Pengamatan tidak langsung dilakukan dengan identifikasi suara, sisa makanan yang ditinggalkan dan informasi dari pemukim terdekat dengan habitat. Pengamatan terdiri dari dua kali pengulangan, yaitu pada periode pagi hari (pukul 05.30-10.00 WITA) dan sore hari (pukul 14.30-18.00 WITA).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Habitat

Habitat subjek Owa Jelawat yang di amati (kluster A) memiliki luas 3,6 ha, yang ter-fragmentasi oleh pemukiman penduduk, jalan dan tanah kosong. Kluster hutan atau kawasan bertegakan terdekat (kluster B) berjarak sekitar 2 km. Pada pagi hari, suara Owa Jelawat saling bersahutan antara dua kluster ini, sehingga dapat diduga juga terdapat individu Owa Jelawat lainnya di kluster B. Menurut penuturan pemukim setempat, dua kluster ini dulunya terhubung, namun demikian, sejak tahun 2013 dua kluster ini terpisah karena pembangunan jalan dan pemukiman baru. Fragmentasi ekstrim ini menyebabkan tidak memungkinkan Owa-owa ini saling bermigrasi dan terhubung selain hanya terhubung suara.

Penelitian ini fokus dilakukan di kluster A. Deskripsi bentuk habitat seperti tergambar dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Deskripsi lokasi penelitian

- a) Peta lokasi; b) Habitat yang berbatasan dengan pemukiman dan
b) Pembukaan baru disisi lainnya yang menyebabkan habitat semakin terfragmentasi

Kawasan bertegakan sebagai subjek amatan adalah tanah milik yang termasuk dalam fungsi APL (Areal Penggunaan Lain). Tegakan terbentuk dari hutan sekunder dan kebun. Kawasan ini memiliki dua bukit dengan topografi yang cukup ekstrim dengan kelas kelerengan curam hingga sangat curam.

Habitat subjek ini terbagi dalam 3 sub cluster (perhatikan gambar 1 a.), yaitu :

- Subcluter A1 sebelah kiri; didominasi pohon buah hasil tanaman (kebun), seperti cempedak (*Artocarpus integer*) 12 pohon berbuah, Rambutan (*Nephellium lappacium*) sebanyak 4 pohon berbuah dan Rambai (*Baccaurea motleyana*) sebanyak pohon berbuah. Berdasarkan amatan langsung, 3 jenis pohon buah dalam kawasan ini menjadi pakan utama Owa Kelawat. Selain itu terdapat tanaman pepaya (*Carica papaya*) dan kelapa (*Cocos nucifera*).
- Sub cluster A2 sebelah kanan, didominasi pohon buah alam dari jenis Laban (*Vitex sp.*). Berdasarkan beberapa kali amatan, pada siang hari (10.00 WITA) Owa Kelawat beraktifitas di pohon ini. Sehingga diduga bahwa, selain tempat beristirahat, buah Laban juga dijadikan sebagai pakan.
- Sub cluster A3, bagian tengah. Pada sub cluster ini, tegakan pohon sangat jarang. Kecendru-ngan digunakan oleh Owa Kelawat sebagai koridor penghubung antara sub cluster A1 dan A2.

Jenis-jenis tumbuhan lainnya yang terdapat secara menyebar dalam seluruh kluster adalah Aren (*Arenga pinnata*), Karet (*Hevea brasiliensis*), Belimbing (*Baccarea sp.*), Kenidal (*Bridelia sp.*), Ficus, Makaranga (*Macaranga sp.*) dan Bambu (*Bambusa sp.*), Beberapa tumbuhan bawah di antaranya jenis Geunsia, Senduduk (*Melastoma sp.*), Kiseureuh (*Viper*

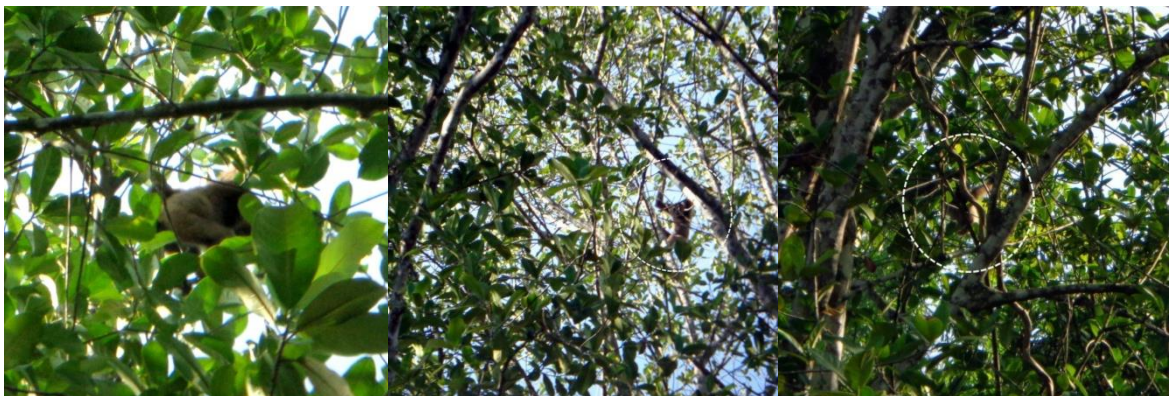
aduncum), pakis-pakistan, Putri malu (*Mimosa pudica*) dan Bunga kupu-kupu (*Bauhinia sp.*). Sebagian kawasan juga telah ditumbuhi alang-alang (*Imperata cylindrica*).

Berdasarkan jenis-jenis tumbuhan yang teridentifikasi dapat disimpulkan bahwa ketersediaan pakan cukup memadai untuk kebutuhan nutrisi Owa Kelawat dalam tegakan. Aktifitas Owa ini juga teridentifikasi cukup aktif beraktifitas dan lincah dalam pergerakan, yang menunjukkan kesehatan yang memadai.

2. Jenis dan Jumlah Populasi Owa Kelawat di Habitat Subjek

Dapat dipastikan bahwa jenis Owa yang diamati dalam habitat subjek adalah dari jenis Kelawat (*Hylobates muelleri*). Jumlah individu adalah berjumlah 5 ekor. Gittins dan Raemakers (1980) dalam Rinaldi (1992) membagi Owa dalam 5 kelas umur, yaitu Bayi berumur 0-2 tahun, anak berumur 2-4 tahun, Muda berumur 4-6 tahun, hampir dewasa berumur lebih dari 6 tahun dan belum memiliki pasangan serta dewasa, berumur lebih dari 6 tahun tapi telah memiliki pasangan. Dalam habitat subjek, 5 ekor Owa Kelawat yang ditemukan termasuk dalam 2 kelompok umur, yaitu hampir dewasa (1 ekor) dan dewasa (4 ekor). Hal ini ditunjukkan dari perilaku 4 ekor yang selalu beraktifitas secara berpasangan. Sementara 1 ekor lainnya cenderung terpisah. Namun demikian, dalam beberapa kali waktu amati lainnya, 5 ekor satwa ini terkumpul dalam space ruang yang sama.

Berdasarkan pengamatan, tidak terdapat jenis primata atau mamalia liar lain yang terdapat dan berdomisili secara permanen dalam habitat subjek. Secara temporer pernah ditemukan komunitas Monyet (*Macaca sp.*) yang sedang bermigrasi mencari alternative pakan dalam habitat subjek. Namun kejadian ini hanya berlangsung selama 1 hari amatan. Di hari-hari lainnya, komunitas Monyet yang berjumlah 10-12 ekor ini sama sekali tidak terlihat lagi.



Gambar 2. Beberapa aktifitas Owa Kelawat yang teridentifikasi menggunakan kamera.

3. Perilaku

Menurut Payne et al. (2000) setiap kelompok Owa Kelawat memiliki teritori seluas minimal 20 ha. Persyaratan teritori ini tidak terpenuhi dalam habitat subjek yang tersedia, karena hanya memiliki luas 3,6 ha dan terisolasi.

Aktifitas bersuara merupakan kegiatan yang selalu dilakukan oleh kelompok Owa Kelawat, yang menurut Rinaldi (1992), aktifitas ini yang berfungsi untuk menunjukkan dan mempertahankan territorial serta pengaturan ruang antar kelompok. Berdasarkan studi kasus di habitat subjek, aktifitas bersuara ini tidak berfungsi optimal sebagai penanda territorial. Territori sempit yang tidak mungkin terbagi lagi melahirkan kemungkinan bahwa aktifitas bersuara hanya terdorong oleh insting atau kebiasaan naluriah Owa Jelawat semata. Hal ini ditunjukkan dari aktifitas bersuara yang tidak jarang dilakukan dalam space ruang yang sama oleh 5 ekor Owa Kelawat. Setiap pagi, suara Owa Jelawat juga teramati saling bersahutan antara kluster A yang di amati dan kluster B yang terpisah. Namun demikian, kondisi habitat yang terfragmentasi ekstrim menutup kemungkinan Owa untuk saling bermigrasi dan mengancam teritori kelompok lainnya. Sehingga demikian, aktifitas bersuara ini juga tidak efektif sebagai penanda teritori.

Aktifitas makan teramati dilakukan setelah aktifitas bersuara dilakukan. Sumber pakan dalam habitat amatan tersedia lebih banyak di sub-kluster A1 sehingga jumlah waktu dalam aktifitas makan ini lebih sering ditemukan di kluster ini. Amatan langsung ini diperkuat dengan adanya bekas feses di sub kluster A1 ini yang teridentifikasi mengandung bagian biji cempedak dan rambutan. Di bawah tajuk pohon cempedak juga banyak ditemukan sisa-sisa buah cempedak, seperti yang di sajikan dalam gambar 2 berikut. McGrew (2009) menyatakan bahwa analisis feses selalu menjadi alat yang berguna dan informatif untuk mendapatkan data pola makan dan aspek lain dari kehidupan primate liar. Namun, potensi untuk perbandingan di taksa dan populasi akan dirilis hanya ketika data dikumpulkan secara komprehensif dan sistematis. Persyaratan tersebut tidak terpenuhi dalam penelitian ini, sehingga demikian, analisis feses lebih lanjut tidak disampaikan dalam tulisan ini.



Gambar 3. Feces dan sisa makanan di bawah pohon pakan

Kegiatan istirahat tidak teramati secara baik. Menurut Rinaldi (1992), aktifitas istirahat ini biasanya dilakukan pada siang hari, dimana dalam penelitian ini, pada waktu tersebut tidak dilakukan pengamatan secara mendetail. Namun demikian, beberapa pohon teridentifikasi sebagai tempat istirahat. Yaitu pohon Karet dan Cempedak di sub cluster A1 dan Pohon Vitex di Sub Cluster A2. Pohon-pohon ini berkarakter rimbun dan terdapat di puncak bukit atau malah dilembah. Pemilihan tempat istirahat ini dilakukan Owa Kelawat agar aktifitas istirahatnya tidak terganggu oleh aktifitas manusia. Dalam waktu istirahat di pohon Karet, sesekali teramati Owa Kelawat bermain

ke ujung dahan tertinggi, seperti menggapai sesuatu. Jarang pandang yang jauh dan ditutupi kerimbunan serta cahaya matahari mengganggu pandangan menyebabkan tidak dapat dipastikannya detail aktifitas ini. Kemungkinan dilakukan untuk mengambil daun muda atau sesuatu yang lain.

Aktifitas harian Owa Kelawat ditutup menjelang sore. Di awali dengan suara-suara khasnya, Owa-owa ini menuju pohon sarang untuk tidur di malam hari. Pohon sarang ini yang teridentifikasi terdapat di bagian lembah sub kulster A1. Pohon sarang lain terdapat di sisi berjauhan, yaitu di sub cluster A2. Aktifitas dan pola bersarang ini cukup acak. Kadang dilakukan secara bersama di salah satu pohon sarang tersebut (A1 atau A2) atau kadang berbagi kelompok, sebagian di pohon sarang sub kluster A1 dan sebagian di sub kluster A2.

4. Pembahasan

Laporan keberadaan populasi Owa Kelawat di kota Samarinda menghadirkan dua sisi psikologis bagi konservasinis. Pertama, Owa Kelawat yang memiliki resiko kepunahan yang sangat tinggi di alam liar ternyata ditemukan di perkotaan. Hal ini tentu sebuah kegembiraan dan harapan baru untuk penyelamatannya. Kedua, kegetiran. Owa Kelawat ini terisolasi dalam fragmentasi yang sangat sempit. Walaupun daya dukung habitat cukup memberi dukungan kehidupan untuk 5 ekor Owa di dalamnya, jaminan tentang keberlangsungan tegakan itu sendiri masih memerlukan perhatian para pihak yang peduli. Owa-owa ini juga dalam pertahanan yang lemah karena akses menuju habitat yang sangat terbuka. Sewaktu-waktu para pemburu akan mengeksploitasi Owa ini ke pasar gelap untuk diperdagangkan. Atau sewaktu-waktu pemilik lahan merubah tutupan lahan beserta fungsinya ke lain bentuk.

Berdasarkan beberapa pertimbangan, upaya relokasi perlu dilakukan. Persyaratan utama yang harus dipenuhi lokasi habitat baru untuk Owa Kelawat adalah bertegakan dengan tinggi tajuk yang memadai untuk beberapa aktifitas atas tajuknya. Ketersediaan pohon pakan di lokasi baru adalah persyaratan lain yang harus dipenuhi. Selain itu, lokasi baru juga musti mempertimbangan aspek endemic Owa Kelawat sebagai penciri khas daerah asal dan sebarannya. Pilihan pertama untuk persyaratan terakhir ini adalah kawasan bertegakan di kota Samarinda. Alternatif lokasi di kota Samarinda adalah di Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS). Keberadaan tegakan di KRUS dan jaminan keberlangsungannya statusnya sebagai kawasan hijau merupakan aspek pendukung yang baik dalam memilih lokasi ini. Keberadaan Owa Kelawat dengan ciri keramaian suaranya yang khas tentunya memberi nilai tambah untuk pariwisata di KRUS, termasuk untuk tujuan pendidikan.

Beberapa informasi pendahuluan telah disampaikan dalam tulisan ini, termasuk perilaku dan keberadaanya pada periode-periode waktu hariannya. Informasi ini menjadi acuan untuk eksekusi relokasi. Balai Konservasi Sumberdaya Alam sebagai lembaga yang berwenang dalam eksekusi perlu secara cermat mengikuti prosedur yang tepat dalam penangkapan, perlakuan setelah penangkapan hingga pelepasan di habitat baru. Prosedur ini di antaranya telah dikuasai oleh Balai Penelitian Teknologi Konservasi KSDA,

Samboja, Kalimantan Timur. Sehingga demikian, koordinasi untuk penyelamatan yang aman tanpa menciderai dapat terlaksana dengan baik.

4. KESIMPULAN

Diidentifikasi adanya komunitas Owa Kelawat yang terfragmentasi di tegakan yang tersisa di daerah perkotaan membuktikan dua hal. Pertama, kota Samarinda adalah salah satu habitat bagi satwa endemic pulau Kalimantan ini. Satwa ini ternyata mampu hidup berdampingan dengan komunitas manusia, dengan syarat penting, tegakan menyediakan tajuk atas sebagai tempat hidup baginya dan jumlah pakan yang memadai. Kedua, pembangunan kota telah menghilangkan beberapa tempat hidup ini, sehingga populasi Owa Kelawat di dalam kota Samarinda dipastikan berkurang dari periode per periode waktu, seiring menghilangnya habitat hidupnya. Menyelamatkan Owa Kelawat yang tersisa di kluster-kluster sempit bertegakan adalah tindakan mulia untuk menjamin kelestarian satwa ini. Salah satu cara yang disarankan adalah merelokasi satwa dari habitat yang terfragmentasi dan tidak mempunyai jaminan keberlangsungan habitatnya ke lokasi lain yang memenuhi syarat-syarat hidup Owa Kelawat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alikodra HS. 2004. Wisata Berwawasan Lingkungan. Media Konservasi 10(2):93-97
- [2] Cites. 2015. Convention on international trade in endangered species Of wild fauna and flora. <https://cites.org/eng/app/appendices.php>. Di donlod tanggal 10 Maret 2016.
- [3] Geissmann, T. & Nijman, V. 2008. *Hylobates muelleri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T10551A3200262. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T10551A3200262.en>. Downloaded on **17 March 2016**.
- [4] McGrew, WC., Marchant, LF. dan Phillips, CA.. 2009. Standardised protocol for primate faecal analysis. *Primates* (2009) 50:363–366.DOI 10.1007/s10329-009-0148-z
- [6] Payne J, C. M. Francis, K. Phillips dan S. N. Kartikasari. 2000. Panduan Lapangan Mamalia di Kalimantan, Sabah, Serawak, dan Brunei Darussalam. Jakarta : Prima Centra Indonesia.
- [7] Rinaldi, D. 1992. Penggunaan Metode Triangle dan Concetration Count dalam Penelitian Sebaran dan Populasi Gibbon (*Hylobatidae*). Media Konservasi Vol. IV (1), Oktober 1992. Hal. 9-21. Bogor.

**KEANEKARAGAMAN DAN PENDUGAAN POPULASI
KELELAWAR PEMAKAN SERANGGA
(Subordo: Microchiroptera) PENGHUNI GOA GUDAWANG
BOGOR, JAWA BARAT**

Heriyanto Budiman ¹⁾, Dedy Duryadi Solihin ²⁾, Yanto Santosa ³⁾, Ibnu Maryanto ⁴⁾

¹⁾Program Doktor Profesi Biosains Hewan Sekolah Pascasarjana, IPB

²⁾Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB

³⁾Bagian Ekologi dan Manajemen Satwaliar, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan
dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB.

⁴⁾Bagian Zoologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, Bogor

Abstract

Bats are mammals that belong to ordo Chiroptera which is divided into two sub-orde such as Megachiroptera (fruit bats) and Microchiroptera (insectivorous bats). Microchiroptera bats (Insectivorous) play a role in suppressing the growth of insect populations which is agricultural pests. Microchiroptera use caves as the ideal habitat to develop and perpetuate their life. Cave bat populations has been decrease for years as the result of illegal hunting and habitat degradation. This study aimed to assess the diversity and estimation population. Diversity and estimate the population of cave bats obtained from four caves in Gudawang, Bogor, West Java. Population size determined by census method and observer moves using camera recorder. Were collected samples using mistnet, harp trap and handnet, depend conditions and forms of the cave ornaments. Species are determined by the measurement of morphological characters and analyzed using software Minitab.16 (PCA). The results are 4 species of insectivorous bats (Microchiroptera) including *Rhinolophus affinis*, *Hipposideros larvatus*, *Hipposideros diadema* and *Myotis adversus* with size of the population are 1.452 individuals. PCA analysis showed the morphological characters *Rhinolophus affinis* between tourist cave and natural cave are different with value of PC1 (0.387) and PC2 (0.653).

Keywords: bat, biodiversity, estimation population, morphological characters, cave

DISTRIBUTION OF RATS (RODENTIA, MURIDAE) IN BAWAKARAENG MOUNTAIN, SOUTH SULAWESI INDONESIA

Muh. Rizaldi Trias Jaya Putra N¹, Ibnu Maryanto², Bambang Suryobroto³

¹Dapartement of Biology, STKIP-PI Makassar, Jl. AP Pettarani 99B Makassar
email: rizaldi.bsh@gmail.com

²Zoology Division (Museum Zoologicum Bogoriense), Research Center for Biology-
LIPI,
Cibinong, Bogor, Indonesia, 16911

³Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia, 16680

Abstract

Rats (Order Rodentia, Family Muridae) consists of five subfamilies which one subfamily murinae, 129 genera and 584 species in the world. In Indonesia, there are 40 genera and 156 species. Sulawesi is one of the island located in Indonesia and also one of the areas with high species diversity, while family Muridae in South Sulawesi are poorly known. This study aims to determine the rats composition and diversity and habitat preferences. Specimen collection using two types of traps, they are cage trap and snap trap and two types of bait that are coconut roasted and dried fish. Ten line transect which contain 20 traps were placed in each habitat types. Captured rats individuals were marking and put into 10% formalin for preserved. Shannon-Wiener diversity index showed a highest index value in the primary forest ($H' = 1.805$) and the lowest value of diversity found in pine forests ($H' = 0.775$). While the highest evenness value in primary forest ($E = 0.8214$) and the lowest value in agroforestry ($E = 0.6929$). The relationship between species and habitats using Principle Component Analysis (PCA) can be explained using three component of 99% the total variance, they are 65.27% (PC1), 30.12% (PC2) 3.63% (PC3).

Keywords: Rat, Distribution, Habitat preferences

Keanekaragaman Herpetofauna di Lahan Reklamasi Tambang Batubara PT Singlurus Pratama, Kalimantan Timur

Teguh Muslim¹, Ulfah Karmila Sari², Widyawati³

^{1,2,3}Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam Samboja

Jl. Soekarno Hatta Km. 38 PO. BOX 578 Balikpapan 76112 Telp. (0542) 7217663

email : tm97_forester@yahoo.com¹, opeh_nazri@yahoo.com², widyali@yahoo.co.id³

Abstrak

Usaha melindungi komponen biologi sesuai tujuan konservasi sangat diperlukan dari pengalihan fungsi hutan. Perubahan kondisi habitat berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis satwa liar termasuk herpetofauna. Herpetofauna memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, selain itu herpetofauna yang hadir dalam kawasan reklamasi tambang dapat dijadikan bioindikator terjadinya perubahan lingkungan dan keberhasilan dalam reklamasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman jenis herpetofauna berdasarkan kondisi habitat dalam kawasan reklamasi dan revegetasi tambang PT Singlurus Pratama. Lokasi penelitian pada area revegetasi berumur 1 s.d 5 tahun, area settling pond, hutan fragmentasi dan kawasan hutan batas area tambang. Metode yang digunakan yaitu cara pencarian langsung (Visual Encounter Survey) dan survey pada mikrohabitat tertentu (Patch sampling). Dari hasil penelitian diperoleh 10 spesies dari 5 famili jenis reptil dan 11 spesies dari 6 famili amfibi. Nilai indeks kekayaan jenis (DMG) dari 0-1,44. Nilai indeks keanekaragaman jenis (H') berkisar dari 0-1,33 dan nilai indeks keragaman jenis (E) 0-1,21. Urutan perjumpaan herpetofauna yang paling sering, berturut-turut adalah hutan batas kawasan pertambangan, areal settling pond, areal hutan terfragmentasi dan areal revegetasi. Hal ini mempertegas bahwa kehadiran herpetofauna sangat tergantung dengan keberadaan air secara permanen.

Kata Kunci: Keanekaragaman, Herpetofauna, Habitat, Reklamasi

I. PENDAHULUAN

Keanekaragaman jenis merupakan salah satu variabel yang berguna bagi tujuan manajemen dalam konservasi. Perubahan dalam kekayaan jenis dapat digunakan sebagai dasar dalam memprediksi dan mengevaluasi respon komunitas tersebut terhadap kegiatan manajemen (Nichols et al., 1998). Perubahan dalam kekayaan jenis tersebut dipengaruhi habitat. Habitat suatu organisme bisa mempunyai area yang luas atau sempit. Perbedaan luas habitat ada kaitannya dengan luas geografi yang berpengaruh terhadap kondisi lingkungan yang ada di dalam habitat tersebut.

Herpetofauna merupakan salah satu komponen penyusun ekosistem yang memiliki peranan yang sangat penting, baik secara ekologis maupun ekonomis (Kusrini et al., 2003). Herpetofauna juga memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, karena sebagian besar herpetofauna berperan sebagai predator pada tingkatan rantai makanan di suatu ekosistem. Beberapa jenis herpetofauna yang hanya dijumpai pada tipe habitat spesifik tertentu dapat digunakan sebagai bio-indikator kondisi lingkungan karena herpetofauna memiliki respon terhadap perubahan lingkungan (Iskandar, (1996); Stebbins and Cohen (1997)).

Pulau Kalimantan sebagai salah satu pulau besar, belum banyak dilakukan penelitian mengenai herpetofauna terutama di areal reklamasi tambang. Disekitar areal tambang terdapat hutan fragmentasi, areal reklamasi, dan kawasan hutan diluar areal tambang. Kehadiran dan keragaman jenis herpetofauna juga dapat dipengaruhi oleh kawasan hutan sekitar diluar kawasan tambang, yang mana jenis herpetofauna didaerah tersebut sangat memungkinkan masuk kedalam kawasan tambang. Oleh karena itu, keanekaragaman jenis herpetofauna pada kawasan tambang dapat berbeda di setiap lokasi. Akan tetapi suksesi herpetofauna bersifat dinamis dan berkembang sejalan dengan suksesi tumbuhan sebagai pembentuk habitat. Jika tujuan rehabilitasi adalah untuk membentuk sebuah ekosistem asli yang berkelanjutan, maka harus turut mempertimbangkan kebutuhan akan habitat fauna. Rekolonisasi spesies fauna ke area rehabilitasi dapat didorong dengan adanya habitat yang sesuai. Pembentukan komunitas vegetasi yang mirip dengan yang ada sebelum penambangan harus memastikan bahwa sebagian besar spesies akan ada kembali (rekolonisasi) seiring waktu. Kehadiran herpetofauna sebagai penciri suatu ekosistem, yang juga berarti dapat dijadikan indikator kualitas kawasan reklamasi sebagai gambaran keberhasilan kegiatan reklamasi (Boer et al., 2014b). Untuk itu maka perlu dilakukan monitoring kehadiran jenis herpetofauna pada kawasan terdegradasi seperti kawasan tambang dan areal reklamasi untuk melihat tingkat daya dukung lingkungan dalam membentuk mikro habitat herpetofauna.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat suksesi dalam kawasan tambang yang meliputi areal reklamasi, kawasan terfragmentasi, sungai/semipadan sungai, spot-spot air, dan kawasan hutan diluar kawasan tambang yang berdekatan berdasarkan kehadiran jenis herpetofauna. Produk akhir yang ingin dihasilkan dari kegiatan penelitian ini adalah diperolehnya informasi keanekaragaman herpetofauna pada kawasan tambang, implikasi perubahan habitat terhadap kehadiran herpetofauna.

2. METODE PENELITIAN

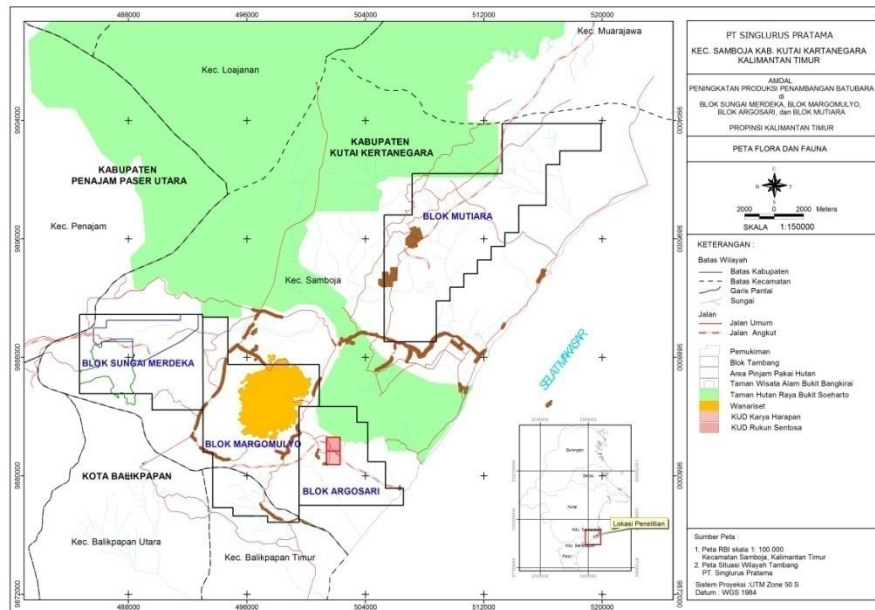
2.1 ALAT DAN BAHAN

Peralatan yang dipergunakan antara lain : roll meter 50 m, pita meter, flagging tape, senter kepala, senter biasa, GPS, kamera, alat penangkap katak dan reptil, kantong spesimen, timbangan, thermohygrometer, dan caliper. Sedangkan bahan yang diperlukan yaitu buku panduan lapangan untuk identifikasi jenis antara lain Das (2004), Inger & Stuebing (2005), Iskandar (1998), dan Mistar (2003).

2.2 METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di kawasan pertambangan batu bara PT Singlurus Pratama Kalimantan Timur, di Blok Merdeka. Dengan koordinat geografis $1^{\circ} 08' 00'' - 0^{\circ} 53' 00,1''$ LS dan $117^{\circ} 11' 00'' - 116^{\circ} 52' 00''$ BT. Sebagian areal pertambangan berada di dalam kawasan hutan melalui skema Ijin Pinjam Pakai Kawasan Hutan (IPPHK) seluas 1.209,4 Ha.

Penelitian dilapangan dilaksanakan selama 9 bulan dengan waktu penelitian bulan April - Desember tahun 2015. Areal yang disurvei meliputi hutan yang berbatasan dengan kawasan pertambangan (diluar konsesi), areal reklamasi/revegetasi, hutan terfragmentasi, sungai, settling pond, embung, serta spot-spot air alami.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pencarian langsung (*Visual Encounter survey*) dengan melakukan eksplorasi pada area lantai hutan yang terbuka dan survey pada mikrohabitat tertentu (*Patch sampling*). Eksplorasi Herpetofauna dilakukan pada pagi hari pukul 05.00 -11.00 WITA dan malam hari pukul 17.00 - 22.00 WITA. Parameter lingkungan yang diukur berupa suhu udara dan kelembapan. Selanjutnya hasil di analisis menggunakan Indeks kekayaan jenis (Margelaf), indeks keanekaragaman (Shanon-Wiener) dan Indeks keragaman jenis (Brower-Zar) dengan formula sebagai berikut :

$$DMG = \frac{S-1}{\ln N} \quad (1)$$

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

Keterangan :

DMG adalah Indeks Margelaf, S adalah jumlah jenis, N adalah total individu (1)

H' adalah Indeks Shannon-Wiener, Pi adalah Proporsi jenis ke-i (2)

E adalah Indeks keragaman Brower-Zar, ln adalah logaritma natural (3).

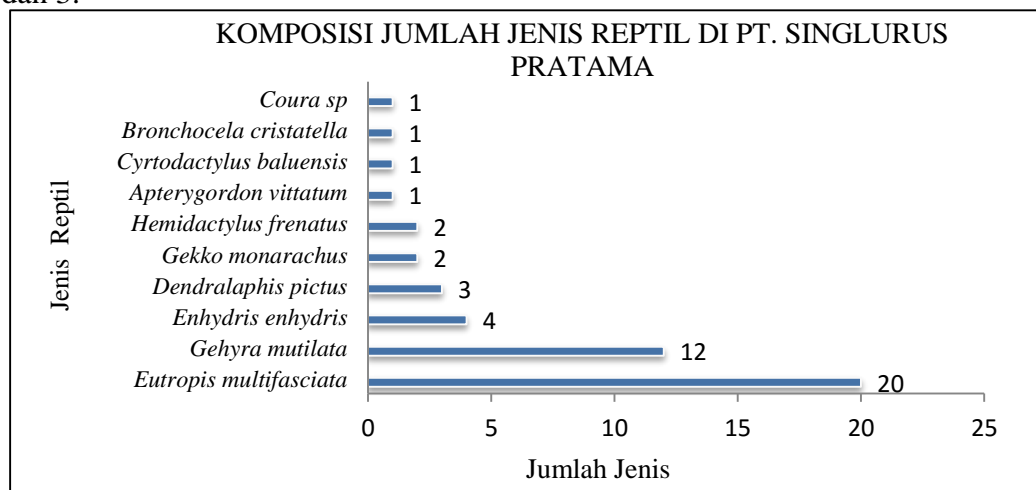
Keanekaragaman dikatakan sangat rendah jika nilainya <1 , jika nilainya berkisarnya antara 1-1,5 maka dikatakan rendah dan dikatakan sedang jika nilainya berkisar antara 1,5-2,0. Sedangkan dikatakan tinggi jika nilainya $>2,0$.

Sedangkan indeks keragaman Brower-Zar dikatakan mendekati 1 menunjukkan jumlah individu antar jenis relatif sama. Namun jika lebih dari 1 ataupun kurang maka kemungkinan besar terdapat jenis dominan di komunitas tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 KOMPOSISI JUMLAH JENIS REPTIL DAN AMFIBI

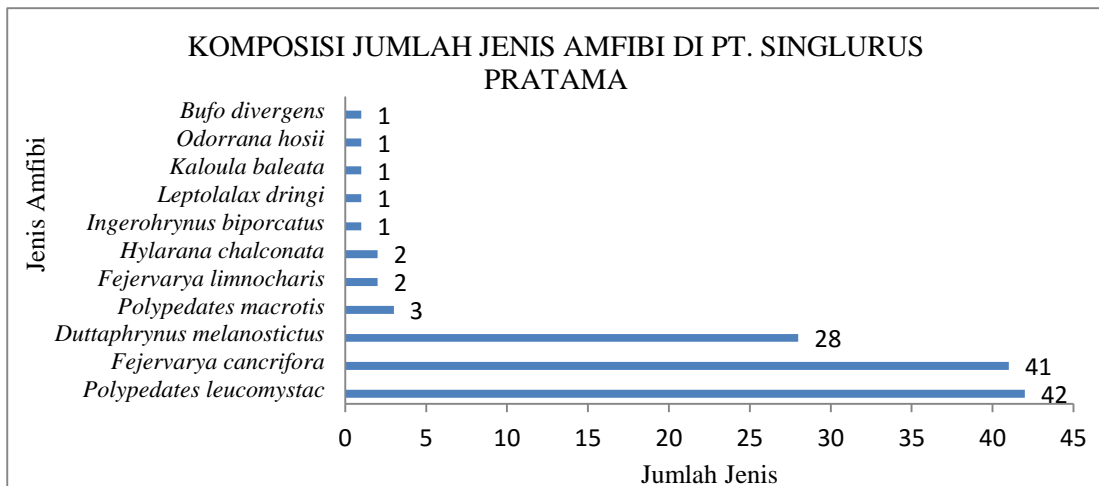
Hasil penelitian diperoleh 10 spesies dari 5 famili jenis reptil dan 11 spesies dari 6 famili amfibi. Komposisi jumlah jenis reptil dan amfibi dari hasil pengolahan data disusun dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Komposisi jumlah jenis reptil di PT Singlurus Pratama

Pada Gambar 2 menunjukkan jumlah individu tertinggi dari kelas reptil didominasi oleh 2 jenis yaitu: *Eutropis multifasciata* (Scincidae) dan *Gehyra mutilata* (Geckonidae). Sedangkan jenis yang paling sedikit ditemukan adalah *Apterygordon vittatum* (Scincidae), *Cyrtodactylus baluensis* (Gecko), *Coura sp* (Geomydidae) dan *Bronchocela cristatella* (Agamidae).

Jumlah individu tertinggi dari kelas amfibi didominasi jenis yaitu: *Polypedates leucomystac* (Rhacophoridae), *Fejervarya cancrivora* (Dicroglossidae) dan *Duttaphrynus melonostictus* (Bufonidae). Sedangkan jenis yang paling sedikit ditemukan adalah *Odorrana hosii* (Ranidae), *Leptolalax dringi* (Megaphryidae), *Kaloula baleata* (Microhylidae), *Bufo divergens* dan *Ingerohrynus biporcatus* (Bufonidae).



Gambar 3. Komposisi jumlah jenis amfibi di PT Singlurus Pratama

3.1 INDEKS KEKAYAAN, KEANEKARAGAMAN & KEMERATAAN JENIS HERPETOFAUNA

Berdasarkan data yang diperoleh di analisis untuk mendapatkan indeks kekayaan jenis (Margalef), indeks keanekaragaman jenis (Shannon-Wiener), dan indeks keragaman jenis (Brower dan Zar) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis indeks kekayaan jenis, indeks keanekaragaman jenis dan indeks keragaman jenis

Lokasi Pengamatan	Indeks Kekayaan Jenis (DMG)		Indeks Keanekaragaman Jenis (H)		Indeks Keragaman Jenis (E)	
	Reptil	Amfibi	Reptil	Amfibi	Reptil	Amfibi
Areal revegetasi tahun 2010	0	0	0	0	0	0
Areal revegetasi tahun 2011	0	0	0	0	0	0
Areal revegetasi tahun 2012	0	0	0	0	0	0
Areal revegetasi tahun 2012 (Plot BPTKSDA)	0	0	0	0	0	0
Areal revegetasi tahun 2013	0	0	0	0	0	0
Areal revegetasi tahun 2014	0	0	0	0	0	0
Kolam sampling Mess	0	0	0,56	0	0	0
Settling Pond 1	1,24	0,61	1,33	0,64	1,21	0,59
Settling pond 13-15	0	0,72	0	0,56	0	0,81
Hutan fragmentasi	0,51	0	0,41	0	0,59	0
Mess dan kantor	0,74	0	0,63	0	0,57	0
Pos Nephentes	0	1,12	0	0,87	0	0,79
Daerah KM 36	0,91	1,73	0,64	1,51	0,92	0,84
Daerah KM 5	0,91	0	0,85	0	0,77	0
Daerah KM 7	0	0,72	0	1,12	0	0,81
Hutan luar	1,44	1,44	0,69	0,69	1	1

Untuk kekayaan jenis lokasi yang memiliki nilai tertinggi di dapat di areal bekas open pit (kawasan batas hutan KM 36) yaitu 1,73 untuk jenis amfibi. Sedangkan untuk jenis reptil nilai indeks kekayaan paling tinggi yaitu 1,44 di hutan terluar yang berbatasan dengan plot tahun tanam 2013. Indeks Keanekaragaman dihitung berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Indeks keanekaragaman jenis untuk reptil masih dikatakan sangat rendah sampai rendah karena nilai indeksnya antara 0 - 1,33. Indeks keanekaragaman amfibi juga termasuk sangat rendah untuk di lokasi pengamatan, kecuali lokasi daerah KM 36 yaitu 1,51 disebabkan lokasi tersebut

berbatasan langsung dengan hutan terluar dan juga terdapat embung air. Indeks keragaman jenis Brower-Zar pada reptil didapatkan dengan nilai 0-1,21. Menunjukkan terdapat jenis yang dominan di beberapa lokasi, terutama di lokasi Settling Pond 1, yang memiliki nilai indeks keragaman tertinggi. Di area tersebut di dominasi oleh jenis reptil *Eutropis multifasciata*. Indeks keragaman pada amfibi antara 0-1. Jenis *Fejervarya cancrivora* dan *Polypedates leucomystac* yang mendominasi pada lokasi pengamatan.

3.1 HABITAT HERPETOFAUNA PADA KAWASAN PERTAMBANGAN

Pada blok revegetasi dari umur 1 s.d 5 tahun (2014-2010) bahwa tidak ditemukan satupun jenis herpetofauna. Selain tidaknya air, tutupan tajuk juga ikut mempengaruhi. Tutupan tajuk pada umur tanaman 1 tahun (blok revegetasi tahun 2014) ukuran tinggi tanaman belum tinggi dan masih terdapat jenis cover crops pada area tersebut, dan ditemukan jenis rumputan-rumputan. Di blok revegetasi tahun 2014 ini, di temukan genangan air (spot air). Di blok ini melimpah pakan (serangga) dan air untuk herpetofauna semestinya dapat di temukan, akan tetapi karena pengaruh tutupan tajuk sehingga tidak di temukan jenis herpetofauna di blok revegetasi ini. Berbeda dengan blok revegetasi pada umur 2 tahun. Pada blok revegetasi tahun 2013 (umur 2 tahun), topografi sedikit curam, dan berbatasan langsung dengan hutan terluar. Di blok revegetasi ini juga banyak di temukan sumber pakan untuk herpetofauna, hanya karena topografinya tidak datar dan tidak terdapat genangan air sehingga tidak ditemukan jenis herpetofauna.

Herpetofauna juga berinteraksi dengan faktor biotik seperti penutupan vegetasinya. Hal ini dikarenakan penutupan vegetasi baik secara vertikal maupun horizontal berperan penting terhadap intensitas cahaya yang sampai ke lantai hutan. Sehingga suhu dan kelembaban akan berbeda pada berbagai penutupan vegetasi. Selain berpengaruh terhadap kondisi fisik, vegetasi juga berfungsi sebagai pelindung (cover) dan tempat hidup bagi satwa khususnya herpetofauna (Hidayat, 2014).

Jenis reptil yang paling banyak ditemukan yaitu *Eutropis multifasciata*. *Eutropis multifasciata* atau yang dikenal dengan kadal kebun merupakan kadal dengan tipe habitat semi akuatik. Kadal jenis ini dapat beradaptasi dengan lingkungan yang rusak. Kadal tersebut banyak ditemukan di daerah hutan fragmentasi, bekas area open pit (KM 5, kawasan hutan batas), daerah kolam dekat mess dan daerah settling pond 1. Semua tempat di temukannya kadal jenis ini dekat dengan sumber air, sehingga cocok dengan habitat asli jenis kadal ini. Bekas area open pit terdapat banyak genangan air dan dekat dengan aliran sungai dan berbatasan langsung dengan hutan. Begitupula saat ditemukannya kadal ini di settling pond 1, jenis kadal ini berada di pinggir kolam.



Gambar 4. a. *Kaloula baleata*; b. *Fejervarya cancrivora*; c. *Cyrtodactylus baluensis*; d. *Dendrolaphis pictus*; e. *Polypedates leucomystac*

Amfibi paling banyak ditemukan yaitu *Polypedates leucomystax* dan *Fejervarya cancrivora*. *Fejervarya cancrivora* mempunyai habitat asli di air (akuatik). Pada areal settling pond 1 paling banyak ditemukan, ini menunjukkan katak tersebut menemukan tempat seperti habitat aslinya. *Polypedates leucomystax* dengan habitat di air tetapi juga sering kali ditemukan didarat pada dahan, daun sekitar areal berair. Hidup diantara tumbuhan, kebun atau sekitar rawa dan hutan terganggu (Yanuarefa et al., 2012).

Eutropis multifasciata termasuk dalam famili Scincidae yang penyebarannya hampir di seluruh kepulauan di Indonesia, banyak dijumpai pada kawasan yang terbuka atau terganggu yang ditutupi serasah (Das, 2004). Sering juga dijumpai dekat dengan pemukiman dan hampir selalu ditemukan disetiap kegiatan eksplorasi, survey ataupun monitoring pada semua kawasan berhutan dan terbuka.

Walaupun semua areal revegetasi terdapat saluran pembuangan air/parit akan tetapi tidak semua memiliki settling pond, ada yang hanya berupa embung penampungan air hujan. Pada areal revegetasi juga terdapat spot air yang terbentuk secara alami sebelum revegetasi dilakukan ataupun juga baru terbentuk setelah dilakukan revegetasi. Spot-spot air tersebut berpotensi sebagai habitat bagi herpetofauna.

Berdasarkan hasil survei di lapangan menunjukkan bahwa spot air yang terbentuk dalam waktu yang lebih lama berpeluang lebih besar ditemukannya herpetofauna. Spot air yang bersifat permanen yaitu lokasi yang terbentuk secara alami ataupun buatan dengan kondisi yang selalu berair pada musim hujan maupun kemarau. Besarnya peluang kehadiran herpetofauna dipengaruhi oleh kondisi mikro habitat disuatu lokasi.

4.KESIMPULAN

Kehadiran herpetofauna di areal reklamasi tambang batubara PT Singlurus Pratama paling banyak ditemukan di daerah yang memiliki spot air secara permanen, sedangkan pada areal revegetasi tidak ditemukan. Jenis herpetofauna yang ditemukan merupakan jenis yang sering dijumpai pada areaArea yang memiliki spot air secara permanen seperti settling pond telah terbentuk suatu ekosistem yang didalamnya terdapat herpetofauna sebagai predasi dan predator.

Keberadaan air tidak selalu menjadi indikator keberadaan herpetofauna, seperti areal revegetasi tahun 2012, hanya kondisi habitat yang stabil yang menjadi habitat bagi herpetofauna. Habitat yang stabil dapat diartikan habitat yang keberadaan airnya selalu ada walaupun pada musim kemarau, areal yang telah berumur lama, ditumbuhi vegetasi alami serta terdapat sumber pakan.

Dapat dikatakan suksesi satwa pada areal reklamasi belum mencapai tingkat dimana herpetofauna dapat hadir, menetap dan berkembangbiak. Padahal indikator keberhasilan restorasi pasca tambang dapat saja dilihat dari tingkat suksesi dengan kehadiran beberapa persen jenis herpetofauna yang sama pada hutan terfragmentasi atau hutan batas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alikodra HS (2002) Pengelolaan Satwaliar. Bogor: Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan.

- [2] Anonim (2012) Suksesi dalam komunitas hewan. <http://pengertian-definisi.blogspot.com/2012/02/suksesi-dalam-komunitas-hewan.html> diakses tanggal 31 Maret 2015
- [3] Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional (1993) Biodiversity Action Plan for Indonesia. Ministry of Development Planning/National Development Planning Agency. Jakarta.
- [4] Boer, C.D., dkk (2014a) Final Report Monitoring Satwa Liar di Areal Pasca Tambang PT. Berau Coal (2011 – 2013). Kerja Sama PT. Berau Coal - Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur, Indonesia.
- [5] Boer, C.D., dkk (2014b) Studi Keragaman Jenis Hayati Di Hutan Sekunder Alami IUPHHK HTI PT. Fajar Surya Swadaya. Kerja Sama PT. Fajar Surya Swadaya - Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur, Indonesia.
- [6] Boer, C.D., dkk (2012) Laporan Pemantauan Satwa di Areal Pasca Tambang PT. Berau Coal (2011 – 2012). Kerja Sama PT. Berau Coal - Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur, Indonesia.
- [7] Boer, C.D., dkk (2007) Studi Tentang Indikator (Biofisik) Perubahan Ekosistem Pasca Tambang Emas PT. Kelian Equatorial Mining (KEM) di Kutai Barat, Kalimantan Timur. Kerja Sama PT. Kelian Equatorial Mining (KEM) - Pusat Penelitian Hutan Tropis Universitas Mulawarman (PPHT/Pusrehut – UNMUL) Samarinda. Desember 2007.
- [8] Das, I (2004) A Pocket Guide. The Lizards of Borneo. Natural History Publications (Borneo) Sdn Bhd. Kota Kinabalu.
- [9] Das, I (1998) Herpetological Bibliography of Indonesia. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA. 92 p.
- [10] Direktorat Jenderal Mineral dan Batu Bara (2013) Reklamasi Bentuk Lain Pada Lahan Bekas Tambang. Disampaikan pada Bimbingan Teknis Reklamasi dan Pasca Tambang. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [11] Duellman WE, Carpenter CC (1998) Reptile and Amphibian Behavior. In: HG Cogger dan RG Zweifel 1998. Encyclopedia of Reptiles and Amphibians. Second Edition. San Fransisco: Fog City Pr.
- [12] Gillespie G, Howard S, Lockie D, Scroggie M, Boeadi (2005) Herpetofaunal richness and community structure of offshore islands of Sulawesi, Indonesia . Biotropica 37(2): 279-290.

- [13]Goin CJ, Goin OB (1971) Introduction to Herpetology. Second Edition. San Francisco: Freeman.
- [14]Indra, R (2006). Rehabilitasi Tambang: Praktek Unggulan Program Pembangunan Berkelanjutan Untuk Industri Tambang. Commonwealth of Australia 2006.
- [15]Inger, R.F. and Robert B. Stuebing (2005) A Field Guide To The Frogs Of Borneo. Natural History Publications. Kota Kinabalu. 2005. (Borneo)
- [16]Iskandar D.T and Walter R. Erdellen (2006) Conservation of amphibians and reptiles in Indonesia: issues and problems. Amphibian and Reptile Conservation 4(1):60-87. DOI: 10.1514/journal.arc.0040016 (2329KB PDF).
- [17]Iskandar D.T. (2004) The Amphibians and Reptiles of Malinau Region, Bulungan Research Forest, East Kalimantan: Annotated checklist with notes on ecological preferences of the species and local utilization. Edited by Douglas Sheil and Meilinda Wan, CIFOR
- [18]Iskandar D.T.(1998) Amfibi Jawa dan Bali–Seri Panduan Lapangan. Bogor: Puslitbang LIPI.
- [19]Iskandar, D. T (1996) The biodiversity of the amphibians and reptiles of the Indo-Australian archipelago: assessment for future studies and conservation, p. 353-365 in Turner, I. M., Diong, C. H., Lim, S. S. L., and Ng, P. K. L. (editors). Biodiversity and the Dynamics of Ecosystems (DIWPA Series) Volume 1.
- [20]Konsorsium Revisi HCV Toolkit Indonesia (2008) Panduan Identifikasi Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi di Indonesia. Tropenbos International Indonesia Programme, Balikpapan.
- [21]Krebs CJ (1978) Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Ecological Methodology. New York: Harper dan Row Publisher.
- [22]Kurniati, H., Agus, H.T, Ibnu, M., 2000. Analisis Kebiasaan Makan Kadal (*Mabouya multifasciata*) Di Kebun Raya Indonesia Cabang Bali. Biota Vol. V (3) : 107 – 114. Oktober 2000. ISSN 0853-8670.
- [23]Kusrini MD (2003) Predicting the impact of the frog leg trade in Indonesia: An ecological view of the indonesian frog leg trade, emphasizing Javanese edible frog species. Dalam: MD Kusrini, A Mardiasuti dan T Harvey 2003 Konservasi Amfibi dan Reptil di Indonesia. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB. Hal. 27-44.

- [24]Mistar (2003) Panduan Lapangan Amfibi Kawasan Ekosistem Leuser. Bogor: The Gibbon Foundation & PILI-NGO Movement.
- [25]Muslim, T., 2014. Foto Fejervarya limnocharis dalam kegiatan survey herpetofauna di Rintis Wartono Kadri. Balitek KSDA_Samboja. 2014
- [26]Nichols JD, Boulmier TJE, Hines KH, Pollock, Sauer JR (1998) Estimating rates of local species extinction, colonization and turnover in animal communities. *Ecological Application* 8 (4): 1213-1225.
- [27]Pradana, B.I. (2013) Buku Panduan Lapangan Keanekaragaman Jenis Herpetofauna. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- [28]Primack RB, Supriatna J, Indrawan M, Kramadibrata P (1998) *Biologi Konservasi*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- [29]Rahma C. (2014) Reklamasi, Solusi Menghijaukan Lahan Bekas Tambang. <http://green.kompasiana.com/penghijauan/2014/09/23/reklamasi-solusi-menghijaukan-lahan-bekas-tambang-689911.html>. diakses tanggal 31 Maret 2015
- [30]Santosa Y (1995) *Teknik Pengukuran Keanekaragaman Satwaliar*. Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [31]Stebbins RC, Cohen NW. 1997. *A Natural History of Amphibians*. New Jersey: Princeton Univ. Pr.
- [32]Sylvagama (2010) “Konsesi Tambang dalam Kawasan Hutan”. (Wirendro Sumargo, Soelthon Gussetya Nanggara, Frionny A. Nainggolan, Isnenti Apriani. 2011. *Potret Keadaan Hutan Indonesia*. Forest Watch Indonesia.
- [33]Ul-Hasanah AU (2006) *Amphibian diversity in Bukit Barisan Selatan National Park, Lampung-Bengkulu*. Skripsi Sarjana Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [34]Yanuarefa, M.F, G, Heriyanto dan U. Joko (2012). *Panduan Lapang Herpetofauna (Amfibi dan Reptil) Taman Nasional Alas Purwo*. Balai Taman Nasional Alas Purwo.

KERAGAMAN GUILD BURUNG PADA HUTAN SEKUNDER PEGUNUNGAN BAWAH TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG BULUSARAUNG

Indra A. S. L. P. Putri¹, Mursidin¹, Fajri Ansari¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup Kehutanan Makassar
Jln Perintis Kemerdekaan Km. 16,5 PO. Box. 1560, Makassar, Sulawesi Selatan. Tel.
+62-411-554049, Fax. +62-411-554058
indra.arsulipp@gmail.com

Abstrak

Keragaman guild burung merupakan faktor penting untuk mengetahui kondisi suatu habitat. Salah satu faktor penentu dalam keragaman guild adalah jenis pakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman feeding guild burung, pada hutan sekunder pegunungan bawah Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (TN Babul). Pengumpulan data kekayaan burung dilakukan pada dua lokasi hutan sekunder, dengan menggunakan metode point count. Pengumpulan data feeding guild burung dilakukan dengan pengamatan langsung jenis pakan yang dikonsumsi oleh burung saat sedang berjalan menelusuri transek. Analisis guild burung dilakukan dengan mengelompokkan burung berdasarkan pakannya, baik pakan utama maupun pakan alternatif. Keragaman feeding guild burung selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan uji kruskal-wallis. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul memiliki kekayaan burung yang tergolong tinggi, dengan keragaman guild yang juga tinggi. Terdapat 71 species burung, dengan 21 jenis kombinasi variasi feeding guild. Meskipun terdapat perbedaan pada keragaman guild burung pada kedua lokasi penelitian, namun secara statistik perbedaan tersebut tidak nyata. Guild yang terbanyak jumlah speciesnya adalah guild insektivora dan frugivora, namun sebagian besar jenis guild yang ada merupakan guild kombinasi atau campuran yang menunjukkan bahwa burung yang hidup di hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul memanfaatkan berbagai jenis sumber daya yang tersedia sebagai pakan, sehingga mampu memperkecil persaingan antar species. Selain itu, banyaknya variasi guild menunjukkan tersedianya beragam tipe habitat yang terdapat di kawasan hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul, mulai dari areal yang masih memiliki pepohonan tinggi dan lebat hingga areal yang telah terbuka akibat adanya gangguan manusia.

Kata Kunci: guild, burung, hutan sekunder pegunungan bawah, Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung

1. PENDAHULUAN

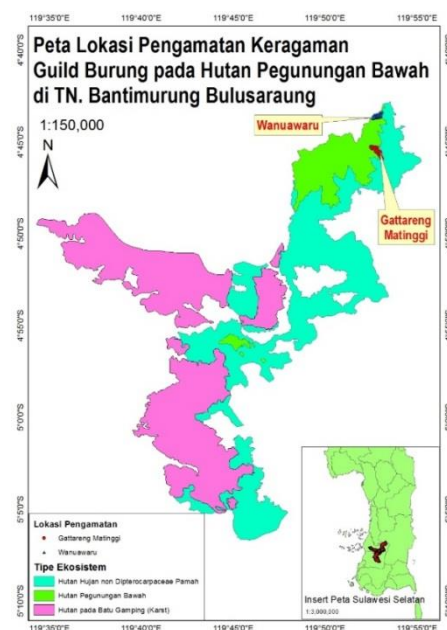
Root (1967) mendefenisikan guild sebagai kelompok yang memanfaatkan sumber daya alam yang sama, dengan cara yang serupa. Kelompok tersebut dapat terdiri dari berbagai species, tanpa mempertimbangkan taksonominya, Salah satu sumber daya alam yang memegang peranan penting dalam penentuan guild adalah pakan (Kissling et al 2011). Berbagai faktor yang berkaitan dengan sumber daya pakan, seperti ketersediaan, kelimpahan, keragaman, preferensi burung terhadap pakan (Mengesha et al 2011), maupun bagaimana burung memperoleh pakan, jenis pakan yang dikonsumsi oleh burung, pada substrat apa dan ketinggian berapa burung mencari makanannya (Somasundaram dan Vijayan 2008), merupakan hal yang memegang peranan penting dalam penentuan feeding guild burung, yang pada akhirnya akan menentukan pembentukan struktur komunitas burung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman feeding guild burung pada hutan sekunder yang berada pada ekosistem pegunungan bawah Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. Penelitian ini penting dilakukan

mengingat informasi ilmiah mengenai komunitas burung, terutama guild (lebih khusus lagi feeding guild) burung pada ekosistem hutan pegunungan bawah sangat kurang dibanding ekosistem lain yang berada pada ketinggian yang lebih rendah. Padahal ekosistem hutan pegunungan bawah merupakan salah satu ekosistem yang secara global dipandang sebagai ekosistem yang penting bagi konservasi keanekaragaman hayati karena merupakan hotspot keanekaragaman hayati (Kessler dan Kluge 2008) dan merupakan tipe ekosistem yang jarang dijumpai karena hanya meliputi sebagian kecil dari luas total hutan tropis di muka bumi (Cayuela 2006). Adanya informasi ilmiah mengenai keragaman feeding guild burung pada hutan pegunungan bawah diharapkan dapat memberi masukan bagi pengelolaan kekayaan hayati burung dan habitatnya yaitu kawasan hutan pegunungan bawah TN Babul.

2. METODE PENELITIAN

2.1. AREA KAJIAN

Penelitian dilakukan di hutan pegunungan bawah TN Babul Provinsi Sulawesi Selatan, yang meliputi areal seluas sekitar 4.590 Ha atau sekitar 10,5% dari luas total TN Babul. Supriatna (2008) menyatakan bahwa ekosistem hutan pegunungan bawah berada pada ketinggian 1000 m dpl, sehingga penelitian dilakukan pada area dengan ketinggian mulai dari 1.000 m dpl keatas. Pada ketinggian ini, kelembaban cukup tinggi dan sering terdapat kabut, sehingga batang maupun cabang pohon, banyak yang ditutupi oleh tumbuhan lumut dan epifit. Pada beberapa tempat, terdapat areal yang telah mendapat gangguan oleh masyarakat, terutama yang dilakukan sebelum terbentuknya TN Babul, misal akibat adanya pencurian kayu serta perubahan struktur dan komposisi hutan menjadi kebun campuran, hutan pinus, kebun kemiri, maupun kebun cengkeh.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung

Penelitian dilaksanakan di dua blok hutan sekunder yaitu (1) Blok hutan Gattarang Mattinggi yang secara administratif terletak di Dusun Gattarang Mattinggi, Desa Gattarang Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros. Lokasi penelitian pada blok hutan ini berada pada ketinggian 1.000 – 1.060 m dpl, merupakan hutan sekunder yang terletak pada zona inti TN Babul yang letaknya tidak jauh dari zona khusus Gattarang Mattinggi. Zona khusus Gattarang Mattinggi berupa sebuah dusun yang bernama Gattarang Mattinggi, beserta areal sawah dan kebun masyarakat. Dusun Gattarang Mattinggi terletak pada ketinggian sekitar 900 m dpl. (2) Blok hutan Wanuwawu yang secara administratif terletak di Dusun Wanuwawu Desa Wanuwawu Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros. Blok hutan yang menjadi lokasi penelitian merupakan hutan sekunder yang menjadi bagian dari zona inti TN Babul. Blok hutan ini letaknya berdekatan dengan hutan pinus yang menjadi bagian dari zona pemanfaatan tradisional TN Babul. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 1.000 - 1.200 m dpl.

2.2. PERALATAN

Peralatan yang digunakan selama penelitian adalah thermohygrometer, altimeter, lux meter, binokuler, GPS, alat perekam, tallysheet, alat tulis menulis, buku panduan identifikasi burung.

2.3. TAHAPAN PELAKSANAAN/RANCANGAN PENELITIAN

Pengamatan burung dilakukan pada waktu pagi (06.00 – 09.00) yang merupakan saat burung sedang aktif. Pengamatan dilakukan saat cuaca cerah (Danielsen et al 2010). Untuk menghindari bias, maka pengamatan pada ketiga lokasi dilakukan oleh orang-orang yang sama (Peh et al 2005). Pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode *point count*, dengan cara berjalan kaki menelusuri transek atau jalur pengamatan dengan arah memotong kontur. Pada setiap lokasi penelitian terdapat tiga buah jalur pengamatan. Jalur pengamatan yang dilalui tidak merupakan garis yang benar-benar lurus, namun mengikuti jalur yang mudah untuk dilalui. Pada setiap jalur dilakukan pengulangan pengamatan sebanyak tiga kali. Untuk melakukan pencatatan jenis burung yang dijumpai di lokasi, maka saat menelusuri transek, pengamat berhenti pada titik-titik tertentu yang digunakan sebagai titik pengamatan. Titik pengamatan dibuat menyerupai lingkaran imajiner dengan radius 20 meter dengan jarak antar titik adalah 150 – 200 meter (Bibby et al, 1992; Volpato et al 2009). Jumlah titik pengamatan pada setiap jalur adalah 5 – 7 buah, bergantung pada kondisi medan. Pengamatan pada setiap titik dilakukan selama ± 20 menit (Alldredge et al 2007), dengan bantuan binokular. Identifikasi burung dilakukan berdasarkan Coates et al (2000).

Pada penelitian ini, guild burung dibatasi hanya berdasarkan pakan, yaitu jenis pakan yang dikonsumsi oleh burung. Untuk melakukan pengamatan terhadap jenis pakan yang dikonsumsi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung, jika kebetulan menjumpai burung yang sedang makan, saat sedang berjalan menelusuri transek (Somasundaram dan Vijayan 2008). Untuk memperbesar peluang perjumpaan dengan burung yang sedang makan, maka pengamatan lebih difokuskan pada pagi hari yang merupakan saat burung sedang

aktif, termasuk aktif dalam mencari makan. Pakan utama merupakan pakan yang paling sering terlihat dimakan oleh burung, sedangkan pakan alternatif atau pakan tambahan merupakan pakan yang hanya sesekali terlihat dimakan oleh burung. Semua species yang dapat diidentifikasi beserta jenis pakannya selanjutnya pada tally sheet.

2.4. ANALISIS DATA

Analisis data dilakukan untuk mengetahui keragaman guild burung yang terdapat pada setiap lokasi penelitian dengan menghitung:

- a. Indeks Keanekaragaman Jenis burung.

Untuk mengetahui keanekaragaman jenis burung, digunakan rumus Shannon-Wiener (Fachrul, 2007), yaitu:

$$\sum H' = -\sum p_i \ln p_i, \text{ dimana } p_i = n_i/N \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan: p_i = perbandingan antara jumlah individu spesies ke i dengan jumlah total individu.

Nilai indeks (Brower dan Zar, 1998):

$H' \leq 2,30$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong rendah

$2,30 \leq H' \leq 3,30$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong sedang

$H' \geq 3,30$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong tinggi

- b. Penggolongan species burung sebagai forest specialist atau generalis, dilakukan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, serta mengacu pada Coates et al (2000).
- c. Keragaman guild burung dianalisis secara deskriptif, berdasarkan hasil pengamatan terhadap variasi pakan dari setiap species burung yang dijumpai di lokasi penelitian. Pakan utama akan menentukan jenis guild utama, selanjutnya pakan alternatif atau tambahan akan menentukan jenis guild tambahan. Dengan demikian, pada daftar guild burung, maka kata pertama merupakan guild yang pengelompokannya dilakukan berdasarkan pakan utama. Kata selanjutnya merupakan guild yang pengelompokannya dilakukan berdasarkan pakan alternatif atau pakan tambahan.
- d. Uji statistik.
Untuk mengetahui adanya perbedaan nyata antara guild burung pada blok hutan Gattarang Mattinggi dan blok hutan Wanuwawaru, dilakukan uji statistik. Jumlah variasi guild yang banyak menyebabkan uji statistik yang digunakan adalah uji beda tiga sampel atau lebih yang tidak berhubungan (uji Kolmogorov-Smirnov), menggunakan software SPSS 21 (Santoso 2013).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. HASIL

3.1.1. Kekayaan burung

Hutan sekunder pada ekosistem hutan pegunungan bawah TN Babul kaya akan jenis burung. Secara umum dapat dijumpai 71 species burung, yang berasal dari 32 familia. Pada blok hutan Wanuwawaru dapat dijumpai 43 species burung,

yang berasal dari 23 familia, dengan kelimpahan sebesar 95,45 ekor per hektar dan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Weinner (indeks H') sebesar 3.55. Pada blok hutan Gattarang Mattinggi dapat dijumpai 51 species burung, yang berasal dari 28 familia, dengan kelimpahan sebesar 94,92 ekor burung per hektar dan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Weinner (indeks H') sebesar 3,60 (Tabel 1).

Tabel 1. Species, Famili, Distribusi dan *Feeding Guild* Burung pada Lokasi Penelitian (*List of Bird Species, Familia, Distribution and Feeding Guild*)

No	Nama Indonesia (<i>Indonesian Name</i>)	Nama Latin (<i>Latin Name</i>)	Famili (<i>Familia</i>)	F atau G	Distribusi (<i>Distribution</i>)	<i>Feeding guild</i>
1	Pergam tutu	<i>Ducula forsteni</i>	Columbidae	F	W, G	Frugivora
2	Walik kembang	<i>Ptilinopus melanopsila</i>	Columbidae	F	W	Frugivora
3	Walik kuping-merah	<i>Ptilinopus fischeri</i>	Columbidae	F	G	Frugivora
4	Walik raja	<i>Ptilinopus superbus</i>	Columbidae	F	G	Frugivora
5	Pergam hijau	<i>Ducula aenea</i>	Columbidae	F	W	Frugivora
6	Tuwur sulawesi	<i>Eudynamys melanorhyncha</i>	Cuculidae	G	W, G	Frugivora
7	Kepudang kuduk hitam	<i>Oriolus chinensis</i>	Oriolidae	G	W, G	Frugivora
8	Kring-kring bukit	<i>Prioniturus platurus</i>	Psittacidae	F	W	Frugivora
9	Betet kelapa	<i>Tanygnathus sumatranus</i>	Psittacidae	F	W, G	Frugivora
10	Delimukan sulawesi	<i>Gallicolumba tristigmata</i>	Columbidae	F	W, G	Frugivora-granivora
11	Uncal ambon	<i>Macropygia amboinensis</i>	Columbidae	G	W	Frugivora-granivora
12	Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	Pycnonotidae	G	W	Frugivora-granivora-insektivora
13	Jalak tunggir-merah	<i>Scissirostrum dubium</i>	Sturnidae	G	G	Frugivora-granivora-insektivora
14	Kangkareng sulawesi	<i>Penelopides exarhatus</i>	Bucerotidae	F	W	Frugivora-insektivora
15	Julang sulawesi	<i>Rhyticeros cassidix</i>	Bucerotidae	F	W	Frugivora-insektivora
16	Anis sulawesi	<i>Cataponera turdoides</i>	Turdidae	F	W, G	Frugivora-insektivora
17	Kacamata gunung	<i>Zosterops montanus</i>	Zosteropidae	G	G	Frugivora-insektivora
18	Serindit paruh-merah	<i>Loriculus exilis</i>	Psittacidae	F	G	Frugivora-nektarivora
19	Cabai panggul-kelabu	<i>Dicaeum celebicum</i>	Dicaeidae	G	G	Frugivora-Nektarivora-insektivora
20	Cabai sulawesi	<i>Dicaeum nehrkorni</i>	Dicaeidae	G	W, G	Frugivora-nektarivora-pallinivora
21	Gemak loreng	<i>Turnix susciator</i>	Turnicidae	G	G	Granivora-insektivora-herbivora
22	Bondol taruk	<i>Lonchura molucca</i>	Estrldidae	G	W	Granivora-insektivora
23	Gagak sulawesi	<i>Corvus typicus</i>	Corvidae	G	G	Insektivora-frugivora
24	Srigunting sulawesi	<i>Dicrurus montanus</i>	Dicruridae	G	W, G	Insektivora
25	Pelatuk-kelabu Sulawesi	<i>Mulleripicus fulvus</i>	Picidae	F	W, G	Insektivora
26	Kekep babi	<i>Artamus leucorhyncus</i>	Artamidae	G	W	Insektivora
27	Kadalan sulawesi	<i>Phaenicophaeus calyrorhyncus</i>	Cuculidae	F	W, G	Insektivora
28	Kekep sulawesi	<i>Artamus monachus</i>	Artamidae	F	G	Insektivora
29	Kepudang-sungu kerdil	<i>Coracina abbotti</i>	Campephagidae	F	W	Insektivora
30	Kepudang-sungu biru	<i>Coracina temminckii</i>	Campephagidae	F	G	Insektivora
31	Kepudang-sungu miniak	<i>Coracina tenuirostris</i>	Campephagidae	F	W, G	Insektivora
32	Taktarau besar	<i>Eurostopodus macrotis</i>	Caprimulgidae	F	G	Insektivora
33	Cabak kota	<i>Caprimulgus affinis</i>	Caprimulgidae	G	G	Insektivora
34	Cici merah	<i>Cisticola exilis</i>	Cisticolidae	G	G	Insektivora
35	Kangkok sulawesi	<i>Cuculus crassirostris</i>	Cuculidae	F	W, G	Insektivora
36	Bubut sulawesi	<i>Centropus celebensis</i>	Cuculidae	F	G	Insektivora

37	Kehicap ranting	<i>Hypothymis azurea</i>	Monarchidae	G	W, G	Insektivora
38	Sikatan matari	<i>Culicicapa helianthea</i>	Muscicapidae	F	W	Insektivora
39	Sikatan bakau	<i>Cyornis rufigastra</i>	Muscicapidae	F	W	Insektivora
40	Caladi sulawesi	<i>Dendrocopos temminckii</i>	Picidae	F	W, G	Insektivora
41	Cikrak sulawesi	<i>Phylloscopus sarasinorum</i>	Sylviidae	F	W	Insektivora
42	Ceret coklat	<i>Bradypterus castaneus</i>	Sylviidae	G	W	Insektivora
43	Malia sulawesi	<i>Malia grata</i>	Timaliidae	F	W	Insektivora
44	Cingcoang sulawesi	<i>Heinrichia calligyna</i>	Turdidae	F	G	Insektivora
45	Mandar dengkur	<i>Aramidopsis plateni</i>	Rallidae	F	G	insektivora
46	Cabai panggul-kuning	<i>Dicaeum aureolimbatum</i>	Dicaeidae	G	G	Insektivora-frugivora
47	Gosong filipina	<i>Megapodius cumingii</i>	Megapodiidae	F	G	Insektivora-frugivora
48	Decu belang	<i>Saxicola caprata</i>	Turdidae	G	G	Insektivora-frugivora-vermifora
49	Cekakak-hutan dada-sisik	<i>Actenoides princeps</i>	Alcedinidae	F	G	Insektivora-karnivora
50	Tiong-lampu sulawesi	<i>Coracias temminckii</i>	Coraciidae	F	G	Insektivora-karnivora
51	Bubut alang-alang	<i>Centropus bengalensis</i>	Cuculidae	G	W, G	Insektivora-karnivora
52	Kareo sulawesi	<i>Amauornis isabellinus</i>	Rallidae	F	G	insektivora-karnivora
53	Celepuk sulawesi	<i>Otus manadensis</i>	Strigidae	F	W, G	Insektivora-karnivora
54	Pelanduk sulawesi	<i>Trichastoma celebense</i>	Timaliidae	F	G	Insektivora-karnivora
55	Srigunting jambul-rambut	<i>Dicrurus hottentotus</i>	Dicruridae	G	G	Insektivora-nektarivora
56	Elang-ular sulawesi	<i>Spilornis rufipectus</i>	Accipitridae	F	W, G	Karnivora
57	Serak Sulawesi	<i>Tyto rosenbergii</i>	Tytonidae	G	W	Karnivora
58	Sikep-madu sulawesi	<i>Pernis celebensis</i>	Accipitridae	F	G	Karnivora-insektivora
59	Elang-alap kepala-kelabu	<i>Accipiter griseiceps</i>	Accipitridae	F	W, G	Karnivora-insektivora
60	Elang-alap ekor-totol	<i>Accipiter trinotatus</i>	Accipitridae	F	W	Karnivora-insektivora
61	Perkici dora	<i>Trichoglossus ornatus</i>	Psittacidae	F	W	Nektarivora-frugivora
62	Perkici kuning-hijau	<i>Trichoglossus flavoridis</i>	Psittacidae	F	W	Nektarivora-frugivora
63	Burung-madu sriganti	<i>Nectarinia jugularis</i>	Nectariniidae	G	W, G	Nektarivora-frugivora-insektivora
64	Burung-madu hitam	<i>Nectarinia aspasia</i>	Nectariniidae	G	W, G	Nektarivora-frugivora-insektivora
65	Burung-madu kelapa	<i>Anthreptes malacensis</i>	Nectariniidae	G	W, G	Nektarivora-frugivora-insektivora-granivora
66	Serindit sulawesi	<i>Loriculus stigmatus</i>	Psittacidae	F	W, G	Nektarivora-frugivora
67	Gagak hutan	<i>Corvus enca</i>	Corvidae	G	W	Omnivora (frugivora-insektivora-karnivora)
68	Ayam-hutan merah	<i>Gallus gallus</i>	Phasianidae	G	G	Omnivora (granivora-insektivora-frugivora-karnivora-moluskivora-vermifora-piscivora)
69	Raja-perling sulawesi	<i>Basilornis celebensis</i>	Sturnidae	F	G	Omnivora (insektivora-frugivora-karnivora)
70	Blibong pendeta	<i>Streptocitta albigollis</i>	Sturnidae	F	G	Omnivora (frugivora-insektivora-karnivora)
71	Cekakak sungai	<i>Halcyon chloris</i>	Alcedinidae	G	W, G	Piscivora-insektivora

Keterangan (Note):

W: Blok hutan Wanuwawu (*Wanuwawu forest block*)

G: Blok hutan Gattarang Mattinggi (*Gattarang Mattinggi forest block*)

F: Forest specialist

G: generalis

(Penulisan nama lokal dan nama latin mengacu pada Coates *et al.*, 2000/*Avian nomenclature follows Coates et al.*, (2000).

3.1.2. Feeding guild

Bila ditinjau hanya berdasarkan pakan utamanya pada kedua lokasi dapat dijumpai 7 jenis guild utama dari burung yaitu burung pemakan buah (frugivora), burung pemakan biji-bijian (granivora), burung pemakan serangga (insektivora), burung pemakan nektar (nektarivora), burung pemakan hewan lain, seperti mamalia kecil atau species burung lain (karnivora), burung pemakan ikan (piscivora), maupun burung yang pakannya berupa kombinasi buah, serangga, hewan lain, hingga bangkai dan sampah (omnivora). Namun bila meninjau pakan tambahan atau pakan alternatif dari setiap species burung yang dijumpai di lokasi penelitian, maka secara umum pada kedua lokasi penelitian dapat dijumpai 21 jenis kombinasi guild burung. Berdasarkan pakan alternatif yang dimakan oleh burung di lokasi penelitian, maka dapat dijumpai adanya burung yang memakan pollen (pallinivora), burung yang memakan bagian tumbuhan, seperti daun dan bunga (herbivora), maupun burung yang juga memanfaatkan cacing (vermivora) atau moluska (moluskivora) sebagai bagian dari pakannya. Pada hutan sekunder Wanuwawaru dapat dijumpai 15 jenis kombinasi guild dan pada hutan sekunder Gattarang Mattinggi dapat dijumpai 20 jenis kombinasi guild. Sebagian besar burung yang dijumpai di kedua lokasi penelitian merupakan burung pemakan serangga (insektivora). Kelompok guild lain yang juga banyak dijumpai di lokasi penelitian adalah pemakan buah (frugivora). (Tabel 2).

Tabel (Table) 2. Keragaman Feeding Guild Burung Pada Lokasi Penelitian (*Variation of Bird Feeding Guild at Research Location*)

No	Feeding guild	% species pada setiap feeding guild yang sama pada kedua lokasi penelitian	% species dari setiap feeding guild yang sama di Wanuwawaru	% species dari setiap feeding guild yang sama di Gattarang Mattinggi
1	Frugivora	12.68	16.28	11.76
2	frugivora-granivora	2.82	4.65	1.96
3	Frugivora-granivora-insektivora	2.82	2.33	1.96
4	Frugivora-insektivora	5.63	6.98	3.92
5	Frugivora-nektarivora	1.41	0.00	1.96
6	Frugivora-Nektarivora-insektivora	1.41	0.00	1.96
7	Frugivora-nektarivora-pallinivora	1.41	2.33	1.96
8	Granivora- insektivora-herbivora	1.41	0.00	1.96
9	Granivora-insektivora	1.41	2.33	0.00
10	Insektivora-Frugivora	4.23	0.00	5.88
11	Insektivora	30.99	32.56	29.41
12	Insektivora-frugivora-vermifora	1.41	0.00	1.96
13	Insektivora-karnivora	8.45	4.65	11.76
14	Insektivora-nektarivora	1.41	0.00	1.96
15	Karnivora	2.82	4.65	1.96
16	Karnivora-insektivora	4.23	4.65	3.92
17	Nektarivora-frugivora	4.23	6.98	1.96
18	Nektarivora-frugivora-insektivora	2.82	4.65	3.92
19	Nektarivora-frugivora-insektivora-granivora	1.41	2.33	1.96
20	Omnivora	5.63	2.33	5.88
21	Piscivora-insektivora	1.41	2.33	1.96

Hasil uji statistik terhadap populasi burung yang dilakukan berdasarkan keragaman *feeding guild* burung, memperlihatkan bahwa meskipun terdapat

perbedaan jumlah spesies burung yang dijumpai di kedua lokasi penelitian (jumlah spesies Gattarang Mattinggi > Wanuwawaru), serta perbedaan jumlah species burung yang memiliki *feeding guild* yang sama di kedua lokasi penelitian (jumlah keragaman *feeding guild* burung di Gattarang Mattinggi > Wanuwawaru), namun nilai signifikansi dari *feeding guild* burung adalah 0,130. Nilai ini lebih besar daripada nilai probabilitas 0,05 yang berarti tidak terdapat perbedaan nyata pada keragaman *feeding guild* burung di kedua lokasi penelitian, seperti yang terlihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel (Table) 3. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov Terhadap Keragaman Feeding Guild Burung pada Lokasi Penelitian (Kolmogorov-Smirnov Test for Diversity of Bird Feeding Guild at the Research Area)

	Keragaman feeding guild
Chi-Square	27.191
df	20
Asymp. Sig.	.130

3.2 PEMBAHASAN

3.2.1. Kekayaan burung

Hutan sekunder pada ekosistem hutan pegunungan bawah TN Babul tergolong kaya akan species burung, yang terlihat dari tingginya nilai indeks keanekaragaman hayati Shannon-Weinner pada kedua lokasi penelitian. Kekayaan species burung di hutan pegunungan bawah TN Babul masih jauh lebih tinggi dibandingkan kekayaan burung pada beberapa lokasi lain yang memiliki tipe ekosistem yang serupa, seperti pada North Negros Reserve-Filipina, yang hanya menjumpai 41 species burung (Turner et al 2006), Knuckles Mountain Forest Range-Srilanka, yang menjumpai 56 species burung (Subasinghe et al 2014), maupun pada areal kebun kelapa sawit yang terletak pada ekosistem pegunungan bawah di Sulawesi Tengah (Clough et al 2009).

Hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul masih menjadi habitat bagi banyak jenis burung yang tergolong dalam forest specialist. Sebagian besar burung (60,56 %) yang dijumpai di kedua lokasi penelitian, tergolong dalam forest specialist (Tabel 1). Masih cukup banyaknya kehadiran burung yang tergolong dalam forest specialist dapat menjadi indikator bahwa kondisi hutan sekunder tergolong masih cukup baik, karena species burung yang tergolong sebagai forest specialist membutuhkan kawasan hutan yang kondisinya masih baik untuk dapat hidup dan berkembang biak dengan baik (Abrahamczyk et al 2008).

Meskipun demikian, bila melihat kehadiran beberapa jenis burung, seperti Cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) yang memiliki daya adaptasi tinggi (Fitzsimons et al 2011) dan toleran terhadap perubahan habitat (Duengkae 2010; Philpott et al 2008), maupun jenis burung yang umum dijumpai di areal terbuka dan padang rumput atau padang alang-alang, seperti Decu belang (*Saxicola caprata*) (Coates et al 2000; Trainor 2012) dan Bondol taruk (*Lonchura molucca*) (Coates et al 2000; Clough et al 2009), maka dapat diindikasikan jika pada beberapa tempat, kawasan hutan sekunder pada ekosistem hutan pegunungan bawah, atau areal hutan yang berada pada ketinggian yang lebih rendah, telah mengalami degradasi, sehingga telah terjadi perubahan dari areal yang tertutup oleh banyak pepohonan menjadi areal yang lebih terbuka atau menjadi areal yang ditumbuhi jenis rerumputan penghasil biji-bijian.

3.2.2. Feeding guild

Clough et al (2009) menyatakan bahwa habitat yang produktif mampu mendukung beragam tipe burung yang memiliki tipe pakan yang berbeda-beda. Hal serupa juga dapat dijumpai di hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul. Kawasan hutan sekunder ini dapat dianggap sebagai habitat yang produktif karena memiliki beragam tipe habitat, dari yang masih tertutupi oleh pepohonan lebat hingga yang telah berubah menjadi areal yang lebih terbuka, maupun beragam struktur vegetasi maupun strata tajuk pepohonan, sehingga memiliki beragam variasi relung. Makin beragamnya variasi relung, menyebabkan makin beragamnya species lain yang dapat hidup di habitat tersebut, sehingga lebih menyediakan banyak variasi pakan. Akibatnya di kawasan hutan ini, dapat dijumpai beragam variasi tipe feeding guild burung. Variasi tipe feeding guild yang dijumpai di hutan pegunungan bawah TN Babul jauh lebih banyak dibandingkan yang dijumpai pada kawasan hutan sekunder di Malaysia, yang hanya memiliki 9 tipe feeding guild (Azman et al 2011), maupun yang dijumpai di Knuckles Mountain Forest Range-Srilanka (Subasinghe et al 2014).

Insektivora merupakan jenis guild yang mendominasi. Dominansi guild ini pada ekosistem hutan juga banyak dijumpai pada berbagai tipe ekosistem lain, seperti hutan sekunder yang terletak di dataran rendah Malaysia (Azman et al 2011), areal kebun kelapa sawit (Clough et al 2009; Azman et al 2011), kebun coklat (Abrahamczyk et al 2008), bahkan kawasan konservasi yang juga terletak pada ekosistem hutan pegunungan, seperti TN Lore Lindu (Abrahamczyk et al 2008); hutan-hutan lain di seluruh dunia (Duares dan Marini 2005). DeGraaf dan Wentworth (1986) menyatakan bahwa kehadiran burung insektivora sangat dipengaruhi oleh keberadaan pepohonan. Burung insektivora menyukai daerah yang memiliki banyak pepohonan. Bagi hutan pegunungan bawah TN Babul, dominansi burung insektivora, selain disebabkan oleh beragam tipe habitat dan struktur vegetasi, juga disebabkan oleh beragamnya species pohon yang dijumpai di kawasan hutan tersebut, sehingga mampu menyediakan lebih banyak dan lebih beragamnya pakan bagi serangga herbivori. Banyaknya serangga selanjutnya akan menjadi daya tarik bagi burung insektivora untuk berdiam di kawasan hutan tersebut. Faktor lain yang menjadi penyebab banyaknya burung insektivora di kawasan hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul adalah kebanyakan burung insektivora yang hidup di hutan Sulawesi merupakan jenis yang kurang terspesialisasi (Abrahamczyk et al 2008). Kurangnya spesialisasi dari burung insektivora misalnya dapat terlihat dari banyaknya variasi jenis serangga yang dapat dimakan oleh burung tersebut, sehingga ketiadaan serangga tertentu masih dapat digantikan oleh beragam species serangga lain yang tersedia di kawasan hutan.

Kissling et al (2007) menyatakan bahwa kekayaan burung frugivora sangat berkaitan dengan kekayaan tumbuhan penghasil pakan. Pada hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul, burung frugivora merupakan guild terbanyak berikutnya setelah guild insektivora. Banyaknya species burung frugivora menunjukkan bahwa kawasan hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul masih memiliki cukup banyak species pohon yang mampu menghasilkan beragam buah yang menjadi pakan burung tersebut.

Kehadiran burung granivora, meskipun bukan granivora sejati, karena masih bisa memanfaatkan sumber daya alam lain sebagai pakannya, dan kehadiran burung yang toleran terhadap perubahan habitat, mengindikasikan

telah terjadinya perubahan tutupan hutan di areal hutan pegunungan bawah dan kawasan hutan lain di sekitarnya menjadi areal yang lebih terbuka. Abrahamczyk et al (2008) menyatakan bahwa pada areal hutan yang berubah menjadi kebun kelapa sawit, kondisi yang lebih terbuka akan memungkinkan pertumbuhan jenis rumput-rumputan. Hal ini menyebabkan areal kebun kelapa sawit memiliki lebih banyak burung granivora dibanding kawasan hutan yang memiliki lebih banyak pohon. Peningkatan burung granivora akibat terbukanya areal juga disebutkan oleh Codesido et al (2013) yang menyatakan bahwa pada areal padang rumput, jumlah burung granivora lebih banyak dibanding areal berhutan dan areal kebun yang ditanami tanaman pangan semusim. Dengan demikian, masih lebih tingginya persentase species yang memiliki guild frugivora dibanding granivora, dapat menunjukkan bahwa di kawasan hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul, belum terjadi perubahan drastis yang bisa mengakibatkan hilangnya sebagian besar tutupan hutan menjadi areal yang lebih terbuka.

Beberapa jenis burung karnivora seperti *Tyto rosenbergii*, *Pernis celebensis* dan *Spilornis rufipectus*, sering terlihat pada areal tepi hutan dan areal terbuka, saat berburu mangsanya, namun Chye (2012), Supriatna (2012) dan Mikkola (2013), menyatakan bahwa umumnya burung karnivora membutuhkan hutan yang kondisinya masih baik. Kawasan hutan yang masih baik akan menyediakan mangsa dalam jumlah yang berlimpah. Selain itu, kawasan hutan yang masih baik akan memiliki pepohonan besar dan tinggi yang diperlukan untuk membangun sarang, disamping sebagai tempat bermain dan beristirahat (Chye 2012, Gokula 2012). Dengan demikian, keberadaan burung karnivora pada areal hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul mengindikasikan bahwa kondisi hutan tersebut masih tergolong bagus, namun memiliki beragam struktur vegetasi dan tipe habitat, dari yang masih memiliki pepohonan besar berukuran tinggi, hingga ke areal yang terbuka.

Burung nektarivora umumnya memanfaatkan nektar sebagai pakan utama, namun burung nektarivora juga mengkonsumsi berbagai jenis serangga dan buah untuk mencukupi kebutuhan nutrisinya (Ghadirian et al 2007; Recher dan Davis Jr 2011). Kehadiran burung nektarivora di kawasan hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul menunjukkan bahwa kawasan hutan sekunder ini mampu menyediakan berbagai jenis tumbuhan berbunga dan berbuah, maupun serangga yang menjadi pakan burung ini. Keberadaan burung-burung nektarivora yang tergolong dalam familia Psittacidae, yang mencari pakan pada bunga dari kanopi pohon yang tinggi, dapat mengindikasikan jika areal hutan sekunder tersebut masih memiliki pepohonan yang tinggi. Namun, keberadaan burung nektarivora dari familia Nectariniidae atau yang lebih dikenal sebagai burung madu, yang mencari makan pada berbagai bunga tumbuhan bawah, mengindikasikan bahwa pada areal hutan sekunder tersebut juga terdapat tempat terbuka yang memungkinkan pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan bawah yang berbunga. Costa dan Magnusson (2003); Wagner et al. (2011) menyatakan jenis-jenis tumbuhan bawah penghasil bunga dan buah melimpah pada areal yang terbuka setelah penebangan. Terbukanya hutan juga dapat mempercepat pembungaan (Lindh 2008) sehingga mempercepat dihasilkannya buah. Selain itu, Restrepo et al (1999) menemukan bahwa jumlah buah yang dihasilkan oleh areal rumpang (*gap*) lebih tinggi dibandingkan areal hutan yang memiliki kanopi yang rapat.

Kehadiran burung piscivora yang tergolong dalam familia Alcedinidae, menambah kekayaan guild burung di kawasan hutan pegunungan bawah ini. Guild piscivora sebenarnya merupakan bagian yang lebih spesifik dari guild karnivora. Kawasan hutan pegunungan bawah TN Babul merupakan kawasan yang memiliki sungai-sungai kecil yang kaya akan berbagai jenis ikan, sehingga mampu menyediakan kebutuhan pakan burung piscivora.

Burung omnivora merupakan kelompok guild yang istimewa. Variasi pakan yang tidak hanya terdiri dari buah dan serangga saja, melainkan juga berbagai hewan lain, seperti cacing, reptilia, mamalia kecil, merupakan kekhasan dari guild ini. Pemenuhan kebutuhan nutrisi menjadi dasar dari mengapa kelompok guild ini memakan berbagai macam pakan. Gagak hutan (*Corvus enca*) bahkan tergolong jenis yang spesial, karena selain dapat beradaptasi dengan kehadiran manusia dan sering dijumpai bermain maupun mencari makan hingga ke kebun masyarakat, juga tergolong jenis yang paling mampu memaksimalkan kemampuan adaptasi terhadap jenis pakan yang ada (Marzluff dan Angell, 2005). Hal ini terlihat dari jenis pakan burung ini yang tidak hanya memakan buah, serangga, cacing, reptilian dan mamalia kecil seperti burung omnivora yang lain, tetapi juga memakan telur dari burung lain dan bahkan bangkai, yang merupakan pakan yang tidak umum dimakan oleh jenis burung lain. Banyaknya variasi pakan yang dapat dikonsumsi menyebabkan jenis burung ini dapat dijumpai di hampir semua tipe habitat yang ada di kawasan TN Babul.

Banyaknya species burung yang tidak hanya memakan satu jenis pakan tertentu saja, sehingga memiliki beragam kombinasi variasi guild, merupakan hal menarik yang dijumpai di hutan sekunder pegunungan bawah ini. Beragamnya variasi jenis pakan yang dikonsumsi oleh species tertentu (variasi kombinasi guild) menunjukkan daya adaptasi dan ketahanan species terhadap perubahan akibat ketiadaan jenis pakan tertentu tergolong baik, karena ketiadaan jenis pakan tertentu tersebut dapat disubstitusi oleh pakan lain yang tersedia di tempat tersebut. Selain itu, beragamnya jenis pakan yang dapat dikonsumsi oleh setiap jenis burung, dapat memperkecil persaingan yang terjadi antar species dalam relung yang sama, sehingga mempertinggi ketahanan species yang ada terhadap tekanan jika terjadi kekurangan atau ketiadaan pakan. Namun untuk menjaga ketersediaan beragam jenis pakan dalam jumlah yang cukup sangat membutuhkan habitat yang kondisinya baik. Dengan demikian, menjaga habitat tetap dalam kondisi baik, menjadi hal utama untuk mempertahankan keragaman feeding guild, yang pada akhirnya juga berperan dalam menjaga kelestarian dan keanekaragaman burung.

4. KESIMPULAN

Burung-burung yang hidup di kawasan hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul memiliki beragam feeding guild, mulai dari insektivora, frugivora, granivora, nektarivora, karnivora, piscivora, omnivora, beserta variasi kombinasi dari feeding guild tersebut, dengan jumlah total feeding guild sebanyak 21 macam. Feeding guild insektivora merupakan jenis feeding guild yang mendominasi. Feeding guild dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi habitat. Banyaknya variasi kombinasi feeding guild pada burung yang hidup di hutan sekunder menunjukkan beragamnya variasi pakan, yang dihasilkan dari banyaknya variasi relung yang terdapat di kawasan hutan tersebut. Banyaknya variasi relung tersebut didukung oleh beragamnya tipe habitat yang terdapat di

kawasan hutan sekunder pegunungan bawah TN Babul, mulai dari areal yang masih memiliki pepohonan tinggi dan lebat hingga areal yang telah terbuka akibat adanya gangguan manusia.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Kepala Balai Penelitian Kehutanan Makassar dan anggota tim peneliti (M.Azis Rakhman), juga kepada Bapak kepala Balai Taman Nasional Babul dan staf (Pado) atas bantuan dan kerjasamanya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abrahamczyk S, Kessler M, Putra DD, Waltert M, Tschardt T (2008) The value of differently managed cacao plantation for forest bird conservation in Sulawesi, Indonesia. *Bird Conservation International* 18: 349-362.
- [2] Alldredge MW, Pollock KH, Simons TR, Collazo JA, Shriner SA. (2007). Time-of-detection method for estimating abundance from point-count surveys. *The Auk* 124 (2), 653–664. The American Ornithologists' Union.
- [3] Azman NM, Latip NSA, Sah SAM, Akil MAMM, Shafie NJ, Khairuddin NL (2011) Avian diversity and feeding guilds in a secondary forest, an oil palm plantation and paddy field in riparian areas of the Kerian River Basin, Perak, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research* 22(2): 45-64.
- [4] Bibby YC, Burgess ND, Hill DA (1992) *Bird Census Techniques*. London. Academic Press.
- [5] Brower JE, Zar JH (1998) *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M.C. Brown Company Publishers Dubuque, IOWA.
- [6] Cayuela L (2006) The extent, distribution and fragmentation of vanishing montane cloud forest in The Highlands of Chiapas, Mexico. *Biotropica* 38 (4): 544-554. The Association for Tropical Biology and Conservation.
- [7] Chye LK (2012) Current status and distribution of diurnal raptors in Malaysia. *Ornis Mongolica* 1: 52-59.
- [8] Clough Y, Putra DD, Pitopang R, Tschardt T (2009) Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. *Biological Conservation* 142: 1032 – 1041
- [9] Coates B., Bishop KD, Gardner D (2000) *Panduan Lapangan: Burung-Burung di Kawasan Wallacea: Sulawesi, Maluku dan Nusa Tenggara*. Birdlife International-Indonesia Programmed and Dove Publication Pty. Ltd.
- [10] Codesido M, Gonzalez-Fischer CM, Bilenca DN (2013) Landbird assemblages in different agricultural landscapes: A case study in the Pampas of Central Argentina. *The Condor* 115(1):8-16.

-
- [11]Costa FRC, Magnusson WE (2003) Effects of selective logging on the diversity and abundance of flowering and fruiting understory plants in a central Amazonian forest. *Biotropica* 35(1): 103–114.
- [12]Danielsen, F, Filardi CE, Jonsson KA, Kohaia V, Krabbe N, Kristensen JB, Moyle RG, Pikacha P, Poulsen MK, Sorensen MK, Tatahu, Waihuru J, Fjelds J (2010) Endemic avifaunal biodiversity and tropical forest loss in Makira, A mountainous Pacific Island. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31, 100–114. Department of Geography. National University of Singapore and Blackwell Publishing Asia Pty Ltd.
- [13]DeGraaf RM, Wentworth JM (1986) Avian guild structure and habitat associations in suburban bird communities. *Urban Ecology* 9: 399-412.
- [14]Duengkae P (2010) Avifaunal diversity on the Kasetsart University Campus, Chalmrphrakiat Sakon Nakhon Province. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 44(6): 1107-1114.
- [15]Durães R, Marini MA (2005) A Quantitative Assessment of Bird Diets in the Brazilian Atlantic Forest, with Recommendations for Future Diet Studies. *Ornitologia Neotropical* 16: 65–83.
- [16]Fachrul MF (2007) *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- [17]Fitzsimons JA, Thomas JL, Argeloo M (2011) Occurrence and distribution of established and new introduced bird species in north Sulawesi, Indonesia. *Forktail* 27: 23-28.
- [18]Gharidian T, Qashaqaei AT, Dadras M (2007) Notes on Feeding and Breeding Habits of the Purple Sunbird *Nectarinia asiatica* (*Cinnyris asiaticus*) in Bandar Abbas, Hormozgan, Southern Iran. *Podoces* 2(2): 122-126.
- [19]Gokula V (2012) Nest-site selection of the crested serpent-eagle (*Spilornis cheela*) in Kollo Hills, Tamilnadu, India. *Ornis Mongolica* 1: 60-62.
- [20]Kessler M, Kluge J (2008) Diversity and endemism in tropical montane forests - from patterns to processes. dalam *The Tropical Mountain Forest – Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot*. S.R. Gradstein, J. Homeier dan D. Gansert (ed). *Biodiversity and Ecology Series* 2, 35-50. Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology.
- [21]Kissling WD, Rahbek C, Böhning-Gaese K (2007) Food plant diversity as broad-scale determinant of avian frugivore richness. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274: 799–808.
- [22]Kissling WD, Sekercioglu CH, Jetz W (2011) Bird dietary guild richness across latitudes, environments and biogeographic regions. *Global Ecology and Biogeography*. Blackwell Publishing Ltd. Doi: 10.1111/j.1466-8238.2011.00679.x.

- [23]Lindh BC (2008) Flowering of understory herbs following thinning in the western Cascades, Oregon. *Forest Ecology and Management* 256: 929–93. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.foreco.2008.05.055.
- [24]Marzluff JM, Angell T (2005) *In the Company of Crows and Ravens*. Yale University.
- [25]Mengesha G, Mamo Y, Bekele A (2011) A comparison of terrestrial bird community structure in the undisturbed and disturbed areas of the Abijata Shalla Lakes National Park, Ethiopia. *Journal of Biodiversity and Conservation* 3(9): 389-404.
- [26]Mikkola H (2013) *Owls of the World: A Photographic Guide* 2nd ed. Bloomsbury Publishing Plc. London. 528 h.
- [27]Peh KSH, de Jong J, Sodhi NS, Lim SLH, Yap CAM (2005) Lowland rainforest avifauna and human disturbance: persistence of primary forest birds in selectively logged forests and mixed-rural habitats of southern Peninsular Malaysia. *Biological Conservation* 123: 489–505. Elsevier Science Ltd. Doi:10.1016/j.biocon.2005.01.010.
- [27]Philpott SM, Bichier P, Rice RA (2008) Biodiversity conservation, yield, and alternative products in coffee agroecosystems in Sumatra, Indonesia. *Biodiversity Conservation* 17: 1805-1820.
- [29]Root RB (1967) The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecol. Monogr.* 37: 317-350
- [30]Recher HF, Davis Jr WE (2011) Observations on the foraging ecology of honeyeaters (Meliphagidae) at Dryandra Woodland, Western Australia. *Western Australian Journal of Ornithology* 3:19-29.
- [31]Restrepo C, Gomez N, Heredia S (1999) Anthropogenic edges, treefall gaps, and fruit–frugivore interactions in a neotropical montane forest. *Ecology* 80 (2): 668–685. The Ecological Society of America.
- [32]Santoso S (2013) *Menguasai SPSS 21 di Era Informasi*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [33]Somasundaram S, Vijayan L (2008) Foraging behavior and guild structure of birds in the montane wet temperate forest of the Palni Hills, South India. *Podoces* 3(1/2):79-91.
- [34]Subasinghe K, Sumanapala AP, Weerawardhena SR (2014) The impact of forest conversion on bird communities in the northern flank of the Knuckles Mountain Forest Range, Sri Lanka. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 7: 376 – 373.
- [35] Supriatna, J. (2008). *Melestarikan Alam Indonesia*. Yayasan Obor. Indonesia

- [36]Supriatna AA (2012) Current status of diurnal raptors in Indonesia and its conservation challenges. *Ornis Mongolica* 1:67-73.
- [37]Trainor CR (2012) Breeding, plumages and vocalisations of the Pied Bush Chat *Saxicola caprata pyrrhonotus* on Kisar Island, Lesser Sundas. *Kukila* 16 (1): 32-38.
- [38]Turner A, Sanderson E, Sweet M, Raines P (2006) The Biodiversity of the Lower-Montane Forests Habitat of the North Negros Forest Reserve, Negros Occidental, Philippines. Coral Cay Conservation Ltd. 58 h.
- [39]Volpato G H, Lopes EV, Mendonça LB, Boçon R, Bisheimer MV, P.Serafini PP, dos Anjos L (2009) The use of the Point Count Method for Bird Survey in the Atlantic Forest. *Zoologia* (Curitiba, Impresso) 26 (1): 74-78. **Sociedade Brasileira de Zoologia**. Curitiba. Brazil.
- [40]Wagner S, Fischer H, Huth F (2011) Canopy effects on vegetation caused by harvesting and regeneration treatments. *European Journal of Forest Research* 130:17–40. Doi: 10.1007/s10342-010-0378-z.

PENGARUH FAKTOR LINGKUNGAN TERHADAP KEPADATAN MOLUSKA PADA EKOSISTEM MANGROVE ALAMI DAN HASIL REHABILITASI

Andi Nur Samsi¹, Sharifuddin Bin Andy Omar², Andi Niartiningih²

¹Mahasiswa Program Pasca Sarjana UNHAS Prodi Ilmu Pertanian
Email: andinursamsi89@gmail.com

²Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Ekosistem mangrove merupakan habitat Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) baik yang terdapat pada ekosistem alami maupun hasil rehabilitasi. Keduanya tidak terlepas dari faktor lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap kepadatan Moluska pada ekosistem mangrove alami di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru dan ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Faktor lingkungan yang diukur adalah suhu, salinitas, serta karbon, dan nitrogen sedimen. Sampel Moluska diambil secara acak. Pengamatan komunitas Moluska meliputi komposisi jenis dan indeks ekologi. Data dianalisis dengan menggunakan analisis regresi linear berganda. Hasil penelitian menunjukkan faktor suhu, salinitas, dan karbon sedimen mempengaruhi kepadatan Bivalvia di Pulau Pannikiang sedangkan suhu, karbon, dan sedimen mempengaruhi Bivalvia di Desa Tongke-tongke. Suhu, salinitas, karbon, dan nitrogen sedimen tidak mempengaruhi kepadatan Gastropoda di kedua lokasi tersebut.

Kata Kunci : Faktor Lingkungan, Moluska, Kepadatan, Mangrove

1. PENDAHULUAN

Keberadaan hutan mangrove di kawasan peralihan antara daratan dan lautan (ekoton) menjadikan kawasan ini sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Kondisi demikian telah membuat kawasan hutan mangrove menjadi sasaran pembangunan berbagai sektor. Berbagai peruntukan telah dilakukan di lahan mangrove, di antaranya yaitu pengembangan tambak ekstensifikasi, perluasan kawasan industri, pembukaan lahan areal persawahan pasang surut, dan areal pemukiman. Selain itu, keinginan masyarakat untuk mengonversi lahan mangrove tersebut untuk kepentingan mereka. Dampak berbagai kegiatan yang terjadi di areal mangrove adalah terjadi degradasi di kawasan tersebut (Tuwo, 1997).

Salah satu lokasi ekosistem mangrove hasil rehabilitasi terletak di Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai. Rehabilitasi kawasan hutan mangrove telah dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Sinjai, Propinsi Sulawesi Selatan, di Desa Tongke-tongke dan Kelurahan Samataring, Kecamatan Sinjai Timur. Lokasi ini merupakan hasil rehabilitasi yang dilakukan secara swadaya oleh masyarakat dan melalui program penghijauan pada area hutan mangrove alami yang telah rusak akibat dikonversi menjadi areal pertambakan dan pemukiman di wilayah tersebut (Kaseng, 2013).

Salah satu contoh ekosistem mangrove alami di Sulawesi Selatan terletak di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru. Pulau Pannikiang adalah salah satu pulau yang berada di Kabupaten Barru yang masih ditumbuhi mangrove. Ekosistem mangrove di pulau tersebut mempunyai sifat khas tertentu dibandingkan dengan

ekosistem mangrove lainnya di Sulawesi Selatan, yakni menjadi tempat bersarang ribuan kelelawar. Oleh karena itu, keberadaan ekosistem mangrove di P. Pannikiang menjadi sangatlah penting bagi siklus bio-ekologis di wilayah tersebut. P. Pannikiang dipilih menjadi lokasi kedua dalam penelitian ini karena memiliki pohon mangrove dalam kondisi baik dan sangat padat dengan tutupan tajuk yang lebat. Luas tutupan mangrove di P. Pannikiang mencapai 89,01 hektar atau mencapai 87,45% lahan di pulau tersebut. Jenis-jenis mangrove dan makrofauna yang hidup di P. Pannikiang sangat beragam (Amran *et al.*, 2012).

Ada banyak faktor yang memengaruhi ekosistem mangrove di antaranya salinitas (kadar garam), arus, pH (kadar keasaman), terpaan ombak, substrat, dan lain-lain (Samsi, 2012). Ekosistem mangrove alami dan hasil rehabilitasi sama-sama merupakan habitat Moluska. Akan tetapi, kondisi lingkungannya berbeda sehingga akan memengaruhi Moluska yang ada di dalamnya. Moluska juga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, baik faktor fisik maupun faktor kimia. Gastropoda dan Bivalvia penting dijadikan penelitian karena bersifat menetap pada suatu tempat. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap kepadatan Moluska pada ekosistem mangrove alami di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru dan ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Rancangan Penelitian

Lokasi penelitian pada areal mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke, Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai dan mangrove alami yang terletak di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru dan dilaksanakan dari bulan Mei sampai Juli 2014 (Tabel 1).

Tabel 1. Titik pengambilan sampel di Pulau Pannikiang dan Desa Tongke-tongke

No	Lokasi	Sampling	Plot	
			A	B
1	Pulau Pannikiang	I	4°20'22.08"S dan 119°36'11.69"E	4°20'31.42"S dan 119°36'2.20"E
		II	4°20'53.36"S dan 119°36'4.90"E	4°21'2.58"S dan 119°36'3.81"E
		III	4°21'38.22"S dan 119°35'42.87"E	4°21'38.48"S dan 119°35'41.71"E
		IV	4°21'18.84"S dan 119°35'56.88"E	4°21'19.55"S dan 119°35'56.54"E
		V	4°21'13.97"S dan 119°36'2.51"E	4°21'5.11"S dan 119°36'1.31"E
		VI	4°21'7.15"S dan 119°36'2.29"E	4°21'8.06"S dan 119°36'2.09"E
2	Desa Tongke-tongke	I	5°9'4.28"S dan 120°16'24.12"E	5°9'3.49"S dan 120°16'25.03"E
		II	5°9'4.16"S dan 120°16'25.99"E	5°9'2.17"S dan 120°16'27.37"E
		III	5°8'58.78"S dan 120°16'21.24"E	5°8'58.28"S dan 120°16'20.98"E
		IV	5°8'52.54"S dan 120°16'17.31"E	5°9'14.64"S dan 120°16'34.97"E
		V	5°8'54.55"S dan 120°16'15.95"E	5°8'54.04"S dan 120°16'16.43"E

No	Lokasi	Sampling	Plot	
			A	B
		VI	5°8'52.21"S dan 120°16'18.09"E	5°8'52.15"S dan 120°16'18.59"E

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah komunitas vegetasi mangrove dan komunitas Gastropoda dan Bivalvia yang berasosiasi dengan mangrove. Selain itu, salinitas, pH, suhu, kandungan karbon organik, nitrogen dan tekstur sedimen juga merupakan obyek penelitian. Sampel vegetasi mangrove, Gastropoda, Bivalvia, dan sedimen diambil secara acak (*random*).

Pengumpulan Data

Pengambilan sampel Gastropoda dan Bivalvia dilakukan pada saat air surut. Semua sampel (epifauna dan infauna) yang terdapat di dalam plot pengamatan (1 m x 1 m) dikumpulkan, baik yang terdapat di atas permukaan substrat maupun yang menempel pada akar, batang, atau daun mangrove. Sampel sedimen yang telah diambil, disaring dengan ayakan yang memiliki mata jaring berukuran 2 mm. Salinitas diukur dengan menggunakan *hand-refractometer*. Suhu diukur dengan menggunakan termometer. Kandungan C organik sedimen dianalisis dengan menggunakan metode Walkley and Black sedangkan kandungan nitrogen sedimen dianalisis dengan menggunakan metode Kjeldahl.

Analisis Data

Kepadatan Gastropoda dan Bivalvia yang bersifat epifauna dan infauna dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Brower *et al.*, 1990):

$$D_e = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan: D_e = kepadatan jenis Gastropoda dan Bivalvia (epifauna dan infauna) ke-i (ind m^{-2}), n_i = jumlah total individu jenis epifauna ke-i, A = luas total daerah tempat pengambilan sampel, yaitu luas plot (1 m x 1 m) dikalikan dengan jumlah ulangan (m^2).

Untuk mengetahui keterkaitan antara kepadatan Gastropoda dan Bivalvia dan faktor lingkungan digunakan analisis regresi linear berganda (Steel dan Torrie, 1993), dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4$$

Keterangan: Y = Pola distribusi Gastropoda dan Bivalvia, X_1 = salinitas, X_2 = pH, X_3 = karbon organik, X_4 = bahan nitrogen, a = konstanta

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi jenis Gastropoda dan Bivalvia

Gastropoda yang ditemukan pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang ada 23 jenis yang berasal dari 12 famili sedangkan Bivalvia yang ditemukan ada 7 jenis dari 6 famili. Gastropoda yang ditemukan pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke ada 18 jenis yang berasal dari 10 famili sedangkan Bivalvia yang ditemukan ada 8 jenis dari 7 famili.

Kepadatan Gastropoda dan Bivalvia

Jumlah individu Gastropoda dan Bivalvia yang ditemukan pada setiap waktu pengambilan sampel selama penelitian di P. Pannikiang dan Desa Tongke-tongke berkisar antara 451 dan 2951. Kepadatan Gastropoda pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang yang terbesar dimiliki oleh *Melampus coffeus* dengan kepadatan 50,70 ind m⁻² sedangkan kepadatan terkecil dimiliki oleh *Chicoreus torrefactus*, *Chicoreus capucinus*, *Vexillum cithara*, *Nerita lineata*, *Nerita undata* dan *Cypraea eglantina* dengan kepadatan 0,10 ind m⁻². *M. coffeus* diduga cocok dengan kondisi lingkungan di P. Pannikiang sehingga memiliki kepadatan yang terbesar. Variasi salinitas merupakan faktor penting yang memengaruhi pola distribusi dan pola kepadatan *Melampus*. *Melampus* memiliki densitas populasi tertinggi di lokasi dengan salinitas tinggi (Maia dan Coutinho, 2013). Hartoni dan Agussalim (2013) memperoleh kepadatan terbesar 333,33 ind m⁻² yang dimiliki oleh *Littoraria scabra* dan terendah 1,11 ind m⁻² yang dimiliki oleh *Smaragdinella calyculata*, *Clypeomorus chemnitziana*, *Natica lineata*, dan *T. telescopium* pada ekosistem mangrove di muara Sungai Musi, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

Kepadatan Bivalvia pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang yang terbesar dimiliki oleh *Isognomon ehippium* dengan kepadatan 27,20 ind m⁻² sedangkan kepadatan terendah diperoleh pada *Anadara antiquata*, *Gafrarium tumidum*, dan *Barbatia foliata* dengan kepadatan 0,10 ind m⁻². Kelompok Isognomonidae juga ditemukan pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Kabupaten Aceh Besar dan Banda Aceh dengan kepadatan Bivalvia terbesar 8 ind m⁻² (Dewiyanti dan Sofyatuddin, 2012). Kemiripan yang ditemukan ini menunjukkan kondisi lingkungan di ekosistem mangrove hasil rehabilitasi menyerupai kondisi ekosistem di ekosistem mangrove alami.

Kepadatan Gastropoda pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke yang terbesar dimiliki oleh *Peristernia incarnata* dengan kepadatan 9,70 ind m⁻² sedangkan kepadatan terendah dimiliki oleh *Ellobium aurismidae*, *Telescopium telescopium*, *Cerithidea cingulata*, *Cerithidea quadrata*, *Littoraria melanostoma*, *Nerita polita*, dan *Thais margariticola* dengan kepadatan 0,10 ind m⁻². Jenis *P. incarnata* memiliki kepadatan terbesar diduga karena Gastropoda ini cocok dengan kondisi lingkungan di Desa Tongke-tongke.

Yona (2002) menemukan *Peristernia hassatula* dengan kepadatan yang sangat rendah di mangrove kawasan Prapat Benoa, Bali. Dewiyanti dan Sofyatuddin (2012) menemukan *Cerithidea cingulata* dengan kepadatan tertinggi (150 ind m⁻²) di mangrove Kabupaten Aceh Besar dan Banda Aceh.

Jika dibandingkan kepadatan Gastropoda di P. Pannikiang yang berkisar 0,10 – 50,70 ind m⁻² sedangkan di Desa Tongke-tongke berkisar 0,10 – 9,70 ind m⁻², tampak bahwa kepadatan Gastropoda di P. Pannikiang jauh lebih besar dibandingkan di Desa Tongke-tongke. Hal ini diduga berhubungan dengan jumlah serasah yang dihasilkan. Menurut Arif (2003 dalam Kaseng, 2013), serasah merupakan bahan organik yang mengalami beberapa tahap proses dekomposisi yang menghasilkan zat unsur hara yang diserap kembali oleh tumbuhan dan sebagian larut terbawa oleh air surut ke perairan sekitarnya. Sirante (2011) memperoleh kisaran kepadatan Gastropoda di Desa Tongke-tongke berkisar

antara 0,15 – 14,28 ind m⁻² dengan kepadatan tertinggi ditemukan pada *Cerithidea cingulata* dan kepadatan terendah pada *Morula margariticola* dan *Vasum ceramicum*.

Pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang ditemukan *Monodonta labio* dan *Cypraea eglantina*. Hal ini menunjukkan bahwa *M. labio* dan *C. eglantina* berasosiasi dengan lingkungan laut di stasiun yang terdapat kedua spesies ini. Masagca *et al.* (2010) juga menemukan *M. labio* di area mangrove dengan substrat pasir berlumpur di Bara dan Bato, Filipina.

Kepadatan Bivalvia pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke yang terbesar dimiliki oleh *Isognomon ehippium* dengan kepadatan 53,20 ind m⁻² sedangkan kepadatan terendah dimiliki oleh *Anadara antiquata*, *Anadara granosa*, dan *Hiatula chinensis* dengan kepadatan 0,10 ind m⁻². Pada lokasi ini banyak terdapat akar pohon yang digunakan Bivalvia untuk hidup. Akar mangrove digunakan sebagai substrat keras oleh spons, tiram (*Ostreidae*), dan teritip (Cannicci *et al.*, 2008).

Dewiyanti dan Sofyatuddin (2012) juga menemukan kepadatan Bivalvia terbesar dimiliki oleh Isognomonidae dengan kepadatan 8 ind m⁻² pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Kabupaten Aceh Besar dan Banda Aceh. Isognomonidae melimpah di kawasan mangrove ini karena memiliki adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan kering dan salinitas tinggi. Dengan perbandingan faktor lingkungan di kedua lokasi tersebut sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Perbandingan hasil pengukuran suhu, salinitas, karbon, dan nitrogen sedimen di Pulau Pannikiang dan Desa Tongke-tongke

Waktu pengambilan sampel	Pulau Pannikiang				
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	C (%)	N (%)	Ph
I	28.40 ± 0.84	25.50 ± 0.53	3.94 ± 0.30	0.22 ± 0.01	7.00 ± 0.00
II	27.55 ± 1.01	27.50 ± 0.53	14.34 ± 2.10	0.29 ± 0.00	8.00 ± 0.00
III	29.00 ± 2.11	29.50 ± 0.53	5.72 ± 0.53	0.22 ± 0.00	8.00 ± 0.00
IV	27.00 ± 1.05	30.00 ± 0.00	10.77 ± 1.89	0.37 ± 0.05	8.00 ± 0.00
V	27.00 ± 0.00	32.00 ± 0.00	10.66 ± 0.34	0.47 ± 0.05	7.00 ± 0.00
VI	28.00 ± 0.00	31.00 ± 0.00	7.25 ± 5.36	0.32 ± 0.11	7.00 ± 0.00
	Desa Tongke-tongke				
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	C (%)	N (%)	Ph
I	29.40 ± 0.97	27.00 ± 2.11	4.46 ± 0.81	0.13 ± 0.02	7.50 ± 0.53
II	29.75 ± 0.26	25.50 ± 0.53	10.79 ± 2.29	0.13 ± 0.01	7.50 ± 0.53
III	28.00 ± 0.00	26.00 ± 0.00	7.42 ± 5.73	0.14 ± 0.00	7.00 ± 0.00
IV	27.50 ± 0.53	15.00 ± 4.22	10.27 ± 0.62	0.15 ± 0.00	7.00 ± 0.00
V	27.00 ± 0.00	12.00 ± 3.16	2.11 ± 0.15	0.12 ± 0.00	8.00 ± 0.00
VI	28.50 ± 0.53	19.00 ± 0.00	2.57 ± 0.20	0.09 ± 0.00	8.00 ± 0.00

Hubungan antara Kepadatan Gastropoda dan Bivalvia dengan Faktor Lingkungan

Jumlah spesies Gastropoda dan Bivalvia pada ekosistem mangrove alami (P. Pannikiang) dan ekosistem mangrove hasil rehabilitasi (Desa Tongke-tongke) tidak begitu berbeda. Gastropoda yang ditemukan selama penelitian hidup di atas permukaan substrat, menempel pada akar, batang, dan daun pohon mangrove. Sebaliknya Bivalvia ditemukan hidup di dalam substrat dan menempel pada akar pohon mangrove.

1) Gastropoda dan Bivalvia di Ekosistem Mangrove Alami

Hasil analisis regresi berganda diperoleh model persamaan untuk Gastropoda pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang sebagai berikut:

$$Y = 1220,735 - 34,508 \cdot X_1 - 5,142 \cdot X_2 + 1,034 \cdot X_3 - 224,774 \cdot X_4$$

Keterangan: Y = kepadatan Gastropoda, X_1 = suhu, X_2 = salinitas, X_3 = karbon organik, dan X_4 = nitrogen organik total

Jika dilihat nilai signifikan untuk variabel X_1 = Suhu, X_2 = Salinitas, X_3 = Karbon, dan X_4 = Nitrogen pada stasiun penelitian diperoleh nilai signifikan lebih besar daripada nilai $\alpha(0,05)$ yang berarti semua variabel tidak memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Gastropoda pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang. Kepadatan Gastropoda pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang diduga dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang tidak diamati dalam penelitian ini. Kepadatan Gastropoda tidak dipengaruhi oleh suhu, salinitas, karbon, dan nitrogen sedimen karena Gastropoda bersifat lebih aktif dalam berpindah tempat. Gastropoda dapat memanjat ke pneumatofor, ke batang, bahkan ke daun ketika air pasang sedangkan Bivalvia cenderung menetap pada suatu tempat karena bersifat sesil atau membenamkan diri ke dalam substrat.

Sirante (2011) juga menemukan hasil yang sama yaitu suhu, salinitas, DO, dan pH tidak memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Gastropoda. Sebaliknya, kerapatan mangrove memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Gastropoda. Harkantra dan Rodrigues (2004) memperoleh hasil penelitian bahwa kandungan karbon organik mempengaruhi indeks keanekaragaman, biomassa, densitas populasi makrofauna. Jika dikomparasikan antara hasil penelitian dengan yang diperoleh Harkantra dan Rodrigues (2004) menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan kandungan karbon organik tidak mempengaruhi kepadatan Gastropoda.

Hasil analisis regresi berganda diperoleh model persamaan untuk Bivalvia pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang sebagai berikut:

$$Y = 479,096 - 11,369 \cdot X_1 - 4,496 \cdot X_2 - 3,102 \cdot X_3 + 11,203 \cdot X_4$$

Keterangan: Y = kepadatan Bivalvia, X_1 = suhu, X_2 = salinitas, X_3 = karbon organik, dan X_4 = nitrogen organik total

Jika dilihat nilai signifikan untuk variabel X_1 = Suhu, X_2 = Salinitas, X_3 = Karbon, dan X_4 = Nitrogen pada stasiun penelitian diperoleh nilai signifikan lebih besar daripada nilai $\alpha(0,05)$ hanya pada variabel X_4 yaitu Nitrogen yang berarti semua variabel memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Bivalvia pada ekosistem mangrove alami di P. Pannikiang kecuali faktor lingkungan nitrogen sedimen. Bivalvia cenderung mudah terpengaruh pada faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, dan karbon sedimen karena tidak dapat berpindah tempat seperti pada Gastropoda dan Bivalvia bersifat sesil atau membenamkan diri ke dalam substrat.

Kaseng (2013) juga menemukan hasil yang sama yaitu kepadatan makrozoobentos dipengaruhi oleh kekeruhan, salinitas, pH, dan fosfat. Chen dan Ye (2011) memperoleh hasil penelitian bahwa karbon organik dan rasio C:N memiliki korelasi yang signifikan terhadap kepadatan infauna, cacing, dan kelimpahan *Metaplex elegans*. Jika dikomparasikan dengan hasil penelitian yang

diperoleh oleh Chen dan Ye (2011) menunjukkan hasil yang sama. Kandungan karbon organik mempengaruhi kepadatan Bivalvia.

2) Gastropoda dan Bivalvia di Ekosistem Mangrove Rehabilitasi

Hasil analisis regresi berganda diperoleh model persamaan untuk Gastropoda pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke sebagai berikut:

$$Y = 122,411 - 2,104 \cdot X_1 - 0,423 \cdot X_2 + 0,314 \cdot X_3 - 229,006 \cdot X_4$$

Keterangan: Y = kepadatan Gastropoda, X_1 = suhu, X_2 = salinitas, X_3 = karbon organik, dan X_4 = nitrogen organik total

Jika dilihat nilai signifikan untuk variabel X_1 = Suhu, X_2 = Salinitas, X_3 = Karbon, dan X_4 = Nitrogen pada stasiun penelitian diperoleh nilai signifikan lebih besar daripada nilai $\alpha(0,05)$ yang berarti semua variabel tidak memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Gastropoda pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke. Kepadatan Gastropoda pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke diduga dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang tidak diamati dalam penelitian ini. Kepadatan Gastropoda tidak dipengaruhi oleh suhu, salinitas, karbon, dan nitrogen sedimen karena Gastropoda bersifat lebih aktif dalam berpindah tempat. Gastropoda dapat memanjat ke pneumatofor, ke batang, bahkan ke daun ketika air pasang sedangkan Bivalvia cenderung menetap pada suatu tempat karena bersifat sesil atau membenamkan diri ke dalam substrat.

Sirante (2011) juga menemukan hasil yang sama yaitu suhu, salinitas, DO, dan pH tidak memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Gastropoda. Sebaliknya, kerapatan mangrove memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Gastropoda.

Hasil analisis regresi berganda diperoleh model persamaan untuk Bivalvia pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke sebagai berikut:

$$Y = -1648,087 + 52,235 \cdot X_1 - 1,210 \cdot X_2 - 13,175 \cdot X_3 + 2523,935 \cdot X_4$$

Keterangan: Y = kepadatan Bivalvia, X_1 = suhu, X_2 = salinitas, X_3 = karbon organik, dan X_4 = nitrogen organik total

Jika dilihat nilai signifikan untuk variabel X_1 = Suhu, X_2 = Salinitas, X_3 = Karbon, dan X_4 = Nitrogen pada stasiun penelitian diperoleh nilai signifikan lebih besar daripada nilai $\alpha(0,05)$ hanya pada variabel X_2 yaitu salinitas yang berarti semua variabel memberikan pengaruh signifikan (nyata) terhadap kepadatan Bivalvia pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi kecuali faktor lingkungan salinitas. Bivalvia cenderung mudah terpengaruh pada faktor lingkungan seperti suhu, karbon, nitrogen sedimen karena tidak dapat berpindah tempat seperti pada Gastropoda dan Bivalvia bersifat sesil atau membenamkan diri ke dalam substrat.

Kaseng (2013) juga menemukan hasil yang sama yaitu kepadatan makrozoobentos dipengaruhi oleh kekeruhan, salinitas, pH, dan fosfat. Harkantra dan Rodrigues (2004) memperoleh hasil penelitian bahwa kandungan karbon dan nitrogen organik mempengaruhi densitas populasi makrofauna. Hal ini terbukti dari hasil penelitian yang menunjukkan suhu, karbon, dan nitrogen organik sedimen memengaruhi kepadatan Bivalvia.

4. KESIMPULAN

- Hasil penelitian menunjukkan faktor lingkungan (suhu, salinitas, karbon, dan nitrogen sedimen) tidak memengaruhi kepadatan Gastropoda. Sebaliknya, faktor lingkungan (suhu, salinitas, dan karbon sedimen) memengaruhi kepadatan Bivalvia pada ekosistem mangrove alami di Pulau Pannikiang.
- Hasil penelitian menunjukkan faktor lingkungan (suhu, salinitas, karbon, dan nitrogen sedimen) tidak memengaruhi kepadatan Gastropoda. Sebaliknya, faktor lingkungan (suhu, karbon, dan nitrogen sedimen) memengaruhi kepadatan Bivalvia pada ekosistem mangrove hasil rehabilitasi di Desa Tongke-tongke.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amran, M. A., I. Yasir, A. Hamzah, M. B. Selamat, dan A. Niartiningsih. 2012. Kondisi Ekosistem Mangrove di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru. Abstrak Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2012. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M). Universitas Hasanuddin.
- [2] Arief, A. M. P. 2003. *Hutan Mangrove, Fungsi, dan Manfaatnya*. Kanisius. Yogyakarta.
- [3] Brower, J.E., J.H. Zar and C.N. von Ende. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm.C. Brown Publishers. Dubuque.
- [4] Cannicci, S., Damien, B., Sara, F., Thomas, J. S., Joachim, O., Farid, D. G. 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: a review. *Aquatic Botany*, 89: 186 – 200.
- [5] Chen, G. C. dan Y. Ye. 2011. Restoration of *Aegiceras corniculatum* mangroves in Julongjiang estuary changed macro-benthic faunal community. *Ecological Engineering*. 37: 224-228.
- [6] Dewiyanti, I. dan K. Sofyatuddin. 2012. Diversity of Gastropods and Bivalves in mangrove ecosystem rehabilitation areas in Aceh Besar and Banda Aceh Districts, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation, and Legislation International Journal of The Bioflux Society* 5(2) : 55 -59.
- [7] Harkantra, S. N. dan N. R. Rodrigues. 2004. Environmental influences on the species diversity, biomass, and population density of soft bottom macrofauna in the estuarine system of Goa, west coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences*, 33(2): 187-193.
- [8] Hartoni dan A. Agussalim. 2013. Komposisi dan kelimpahan Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) di ekosistem mangrove muara Sungai Musi, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Marpasi Journal*, 5 (1): 6-15.

- [9] Kaseng, E. K. 2013. *Perubahan Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Proses Sukseksi Ekosistem Mangrove Rehabilitasi dan Alami*. Disertasi. Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [10] Maia, R. C. dan R. Coutinho. 2013. The influence of mangrove structure on the spatial distribution of *Melampus coffeus* (Gastropoda: Ellobiidae) in Brazilian estuaries. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8(1): 21-29.
- [11] Masagca, J. T., A. V. Mendoza, dan E. T. Tribiana. 2010. The status of mollusk diversity and physical setting of the mangrove zones in Catanduanes Island, Luzon, Philippines. *Biotropica*, 17 (2): 62-76.
- [12] Samsi, A. N. 2012. *Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Ekosistem Mangrove di Kelurahan Tekolabbua, Kecamatan Pangkajene, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [13] Sirante, R. 2011. *Studi Struktur Komunitas Gastropoda di Lingkungan Perairan Kawasan Mangrove Kelurahan Lappa dan Desa Tongke-Tongke, Kabupaten Sinjai*. Tesis. Universitas Hasanuddin.
- [14] Steel, R. G. D. dan Torrie, J. H. 1993. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw. New York.
- [15] Tuwo, A. 1997. Biodiversity and marine quality. *Lontara, Journal of Hasanuddin University*, 57-70.

JENIS IKAN TANGKAPAN BERNILAI EKONOMI DI PANGANDARAN

Eddy Soekendarsi

Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin
soekened@gmail.com

ABSTRAK.

Pengamatan tentang jenis ikan tangkapan bernilai ekonomi telah dilakukan di pelabuhan tempat pendaratan ikan Pangandaran. Metodologi yang digunakan pada pengamatan jenis ikan tangkapan bernilai ekonomi, yaitu dengan metoda pengamatan langsung di lapangan yang dilakukan pada pagi dan sore hari ketika kapal nelayan menurunkan hasil tangkapannya. Hasil pengamatan diperoleh: 1. Jenis ikan dimersal kecil = 9 (sembilan) jenis; 2. Jenis ikan dimersil besar = 5 (lima) jenis; 3. Jenis ikan pelagis kecil = 22 jenis; dan 4 Jenis ikan pelagis besar = 6 jenis.

Kata kunci: ikan tangkapan, pangandaran, dimersal kecil dan besar, pelagis kecil dan besar

1. PENDAHULUAN

Pangandaran merupakan salah satu Kabupaten di Indonesia yang memiliki potensi di bidang perikanan tangkap di Indonesia. Kabupaten Pangandaran ini berbatasan dengan Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar di utara, Kabupaten Cilacap di timur, Samudera Hindia di selatan, serta Kabupaten Tasikmalaya di barat. Wilayah Kabupaten Pangandaran pesisir berbatasan langsung dengan Samudera Hindia di bagian selatannya sehingga banyak kegiatan pariwisata dan perikanan yang dilakukan di daerah pesisir pantainya. Wilayah pesisir di Pangandaran ini secara umum telah di kembangkan sebagai daerah kegiatan konservasi wisata dan kegiatan perikanan. Pantai Pangandaran yang berbatasan dengan laut lepas ini memiliki potensi di bidang perikanan yang cukup potensial (Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Ciamis. 2009).

Potensi sumberdaya perikanan laut di perairan Pangandaran diperkirakan sebesar 620.000 ton/tahun. Potensi tersebut, 353.434.5 ton sampai tahun 2004 adalah potensi perikanan laut yang terdiri atas ikan pelagis besar (Cakalang, Tongkol, Tenggiri, Layang, Tuna, Layaran) dan ikan pelagis kecil (Teri, Tembang, Kembung, Slengseng, Layang, Selar) yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh nelayan Pangandaran (Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Barat, 2004).

Perairan Pangandaran terletak di selatan Jawa Barat dan berhadapan langsung dengan Samudera Indonesia. Tempat Pendaratan Ikan Pangandaran tergolong ke dalam kategori pelabuhan perikanan tipe D, yaitu tipe Pangkalan Pendaratan Ikan (PP1). Hal ini dicirikan bahwa penangkapan ikan di PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) Pangandaran tergolong usaha perikanan tradisional

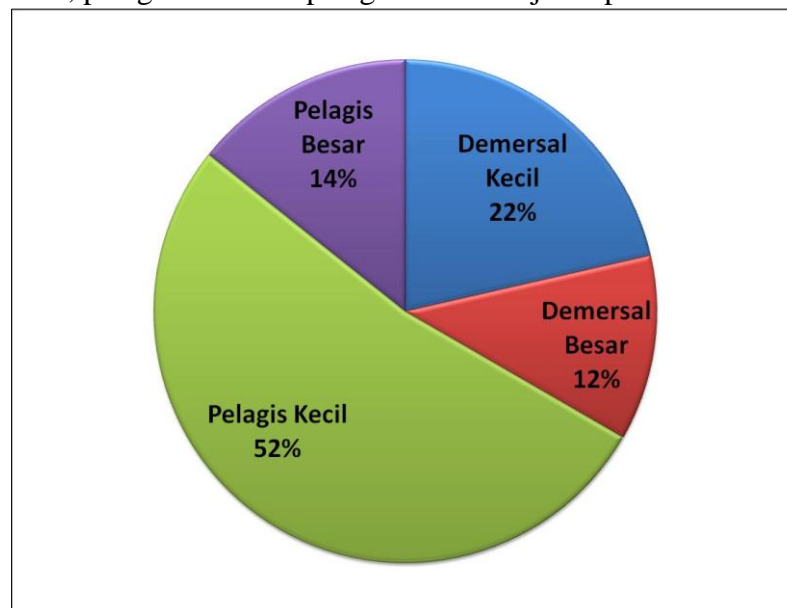
dengan kekuatan perahu/kapal kurang dari 5 GT (Gross Ton) (Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Ciamis. 2009).

2. METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan di dalam pengamatan ini adalah studi survei langsung di lapangan dengan mendatangi langsung ke tempat pendaratan ikan yang ada di sekitar perairan Pangandaran. Pengamatan dilangsungkan dua kali sehari, yaitu: pagi hari dan sore hari ketika nelayan kembali ke tempat pendaratan ikan, dilakukan pada bulan Maret dan Oktober 2011. Selanjutnya untuk mengetahui jenis ikan yang di daratkan di tempat pendaratan ikan, digunakan buku acuan identifikasi ikan Lagler (1977); Badruddin *dkk.* (1984); Kuitert (1992); Allen (2000) serta penggunaan nama lokal. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan sekunder. Data sekunder tentang jenis-jenis ikan yang di daratkan di tempat pendaratan ikan diperoleh dari Dinas Pelelangan Ikan setempat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan yang dilakukan di tempat pendaratan ikan di Pangandaran, di dapatkan 22% ikan demersal kecil, 12% ikan demersal besar, 52% ikan pelagis kecil, dan 14% ikan pelagis besar (Gambar 1). Perincian lengkap tentang jenis-jenis ikan yang di tangkap di perairan demersal kecil, demersal besar, pelagis kecil dan pelagis besar disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Komposisi perolehan ikan tangkapan berdasarkan kedalaman tempat.

Tabel 1. Jenis ikan bernilai ekonomi asal Tempat Pendaratan Ikan Pangandaran

Jenis	Spesies	Nama Indonesia	Nama Lokal
<u>Demersal kecil</u>	<i>Cynoglossus spp</i>	Ikan lidah	Ikan sebelah
	<i>Lactarius lactarius</i>	Kapas-kapas	Kapasan, Campuran, Rambangan
	<i>Lutjanus bitaeniatus</i>	Kakap Merah	Kakap Merah , Bambang,
	<i>Pristipomoides multidens</i>	Pinjalo	Anggoli, Puput
	<i>Silago sihama</i>	Rejung	Bulus - bulus, Rejung
	<i>Rachycentron canadus</i>	Gabus Laut	Gabus
	<i>Parupeneus indicus</i>	Biji Nangka Karang	
	<i>Saurida tumbil</i>	Beloso/Buntut Kerbau	Balak, Beloso, , Boso, Bloso, Buto Cina
	<i>Lutjanus rivulatus</i>	Bambangan	Bambangan, Siyem
<u>Demersal Besar</u>	<i>Trichiurus spp.</i>	Layur	Layur
	<i>Arius thalassinus</i>	Manyung	Otek, Manyung, Ajahan, Jambal, Unuk, Utik, Uling, Duri, Jahan, Songot
	<i>Myliobatus spp.</i>	Pari Burung	Pari, Pari burung, Pari Cawang, Pari Elang
	<i>Dasyatis spp</i>	Pari Kembang / Pari macan	Pari, Pee Kembang, Peh, Pe, Pari Macan
	<i>Pseudocarcharias spp</i>	Cucut Buaya	
<u>Pelagis Kecil</u>	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Banyar / Kembang Lelaki	Banyar/Peda, Kembang Laki-laki, Como - como
	<i>Pampus argenteus</i>	Bawal Putih	Bawal Putih, Loang
	<i>Valamugil seheli</i>	Belanak	Belanak, Lemuru, Tekong
	<i>Selar boops</i>	Bentong	Bentong, Golok, Borolok, Selar
	<i>Caesio cuning</i>	Ekor Kuning	Ekor kuning, Lolosi, Kuniran, Rapo-Rapo, Bua-Bua, Ekor Merah
	<i>Cypselurus spp.</i>	Ikan Terbang	ikan terbang (PPN Ternate), Antoni (PPN Bitung), IKan Terbang (PPN Palabuhan Ratu)
	<i>Rastrelliger brachysoma</i>	Kembang Perempuan	Kembang/Gembong, Golok, Lema, Gambolo Aceh, Kombong, Pepedaan, Lema,
	<i>Mene maculata</i>	Kembar Pati	
	<i>Terapon jarbua</i>	Kerong-kerong	
	<i>Terapon theraps</i>	Kerong-kerong	Kerong - kerong
	<i>Caranx melampygus</i>	Kwee	Bulat/Siangkam, Kuwe
	<i>Caranx tile</i>	Kwee	Kuwe, Kwee
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	Kwee	Kuwe, Trakulu, Putihan, Gabua, Kwee, Bubara, Gatep, Sopa, Gronggong, Bobara, Bulat
	<i>Decapterus macarellus</i>	Layang biru	Layang, Sorihi, Selayang, Layang biru
	<i>Decapterus macrosoma</i>	Layang Deles	Layang Dedes, Layang Deles, Bloco, Layang
	<i>Auxis rochei</i>	Lisong	Sala Ruciang, Tongkol Lisong
	<i>Seriolina nigrofasciata</i>	Selar kuning	Selar, Selar Kuning, Selar Hitam
	<i>Selaroides leptolepis</i>	Selar kuning	Selar, Hapau, Gontor, Bentong, Kawalinya, Bau-Bau, Bui-Bui
	<i>Sardinella brachysoma</i>	Tembang	Tembang
	<i>Sardinella fimbriata</i>	Tembang	Tembang, Make, Sarden,

			Tamban, Tanjan, Teri,
	<i>Sardinella gibbosa</i>	Tembang	Juwi, Tembang, Tandipang, Jui, Tembang Lakara, Sardinella, Tamban
	<i>Stolephorus spp.</i>	Teri	Teri, Putih, Badar, Lure
<u>Pelagis Besar</u>	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Cakalang	Cakalang, Tongkol, Ambu-Ambu, Turingan, Kausa, Cakalang Fufu
	<i>Carcharhinus spp</i>	Cucut lanyam	Hiu, Cucut, Cucut lanyam, Cucut Hiu, Lanjaman
	<i>Scomberomorus commerson</i>	Tenggiri	Telang, Tenggiri, Tangiri Bulat, Tarusi,
	<i>Euthynnus affinis</i>	Tongkol como	Tongkol gundul, Cakalang, Tongkol, Komo, Komu, Lisong, Tongkol como, Deho, Tongkol hitam
	<i>Lutjanus altifrontalis</i>	Trisi	Trisi
	<i>Makaira indica</i>	Setuhuk hitam	Marlin, Jangilus, Black Marlin, Setuhuk, Layaran

Pendaratan ikan yang dilakukan pada pagi hari, umumnya jenis-jenis ikan dari perairan demersal dalam, pelagis kecil dan pelagis dalam. Sedangkan jenis ikan yang didaratkan pada sore hari lebih banyak jenis ikan yang berasal dari perairan demersal kecil dan demersal dalam. Hal ini dapat diduga bahwa menyumbang dalam perolehan jenis ikan yang ditangkap berkaitan dengan jenis kapal penangkap ikan yang mendaratkan ikan hasil tangkapan. Pada pagi hari pada umumnya kapal bermotor yang mampu menampung hasil tangkapan kurang dari 5 GT (Gross Ton) banyak mendaratkan jenis ikan Banyar / Kembung Lelaki, Bawal Putih, Belanak, Bentong, Ekor Kuning, Ikan Terbang, Kembung Perempuan, Kembar Pati, Kerong-kerong, Kerong-kerong, Kwee, Layang biru, Layang Deles, Lisong, Selar kuning, Tembang, Teri, Cakalang, Cucut lanyam, Tenggiri, Tongkol como, Trisi, dan Setuhuk hitam. Sedangkan, pada sore hari lebih banyak perahu tanpa motor dan perahu bermotor kurang dari 1 GT yang mendaratkan ikan tangkapan di PPI Pangandaran dengan jenis-jenis ikan tangkapan ikan lidah, Kapas-kapas, Kakap Merah, Pinjalo, Rejung, Gabus Laut, Biji Nangka Karang, Beloso / Buntut Kerbau, Bambang, Layur, Manyung, Pari Burung, Pari Kembang / Pari macan, dan Cucut Buaya. Khusus untuk ikan Layur pada umumnya banyak di daratkan pada bulan Oktober. Menurut Simbolon (2008), hasil tangkapan ikan bawal putih banyak didaratkan saat bulan September sampai bulan November.

Kegiatan penangkapan ikan di PPI Pangandaran dilakukan menggunakan berbagai jenis unit penangkapan, seperti jaring sirang (gillnet monofilament), jaring nilon, jaring arad, ciker, jaring jogol (dogol), pancing rawedan bagan. Hasil tangkapan yang diperoleh dengan alat tangkap pukat pantai terutama jenis-jenis ikan dasar atau jenis ikan demersal dan udang antara lain yaitu; pari, cucut,teri, bulu ayam, beloso, manyung, sembilang, kerapu, kerong-kerong, biji nangka, kapas-kapas, petek, ikan sebelah, dan jenis-jenis udang (Subani dan Barus,1989).

Linting (1994) menyatakan bahwa, informasi tentang musim ikan merupakan satu di antara unsur penunjang pengembangan usaha perikanan. Yang dimaksud dengan musim ikan adalah saat melimpahnya hasil tangkapan yang

diperoleh dan didaratkan di suatu wilayah tanpa ada hubungan langsung dengan kelimpahan stok ikan yang ada di suatu perairan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa musim ikan dicirikan oleh tingginya hasil tangkapan dan bukan oleh tingginya indeks kelimpahan stok.

4. KESIMPULAN

Hasil pengamatan jenis ikan bernilai ekonomi di PPI Pangandaran, didapatkan 22% ikan demersal kecil, 12% ikan demersal besar, 52% ikan pelagis kecil, dan 14% ikan pelagis besar, dengan perincian ikan demersal kecil 9 jenis, ikan demersal besar 5 jenis, ikan pelagis kecil 23 jenis, dan ikan pelagis besar 6 jenis. Jenis perahu / kapal dan alat penangkap ikan mempunyai kaitan erat dengan jenis ikan yang di daratkan di PPI Pangandaran.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allen, G. 2000. Marine Fishes of South East-Asia A Field Guide For Anglers and Divers. Penerbit Periplus.
- [2] Badruddin M., Martosewojo S., Djamali A., Moeljanto R. 1984. Perikanan Demersal di Indonesia. Lembaga Oseanologi Nasional. LIPI. Jakarta
- [3] Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Ciamis. 2009. Laporan Kegiatan Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Ciamis. Ciamis.
- [4] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Barat. 2004. Statistik Perikanan Provinsi Jawa Barat Tahun 2004. Bandung.
- [5] Kuitert, R.H. 1992. Tropical Reef-Fishes Of The Western Pacific Indonesia And Adjacent Waters. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- [6] Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.H. Miller and D.R.M. Passino. 1977. Ichthyology. Second edition. John Wiley and Sons Inc., Toronto, Canada.
- [7] Linting M., Badrudin, Wirdaningsih N. 1994. Indeks Kelimpahan Stok Sumber Daya Ikan Pelagis Kecil di Perairan Sulawesi Tenggara. Jurnal Penelitian Perikanan Laut No. 87 Tahun 1994. Halaman 48 –55.
- [8] Simbolon, J.F. 2008. Model Bionomi Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Bawal Putih di Perairan Pangandaran Jawa Barat [Skripsi]. Bogor: Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- [9] Subani dan Barus. 1989. Alat Penangkapan Ikan dan Udang Laut di Indonesia. Balai Perikanan Laut. Jakarta.

JENIS IKAN TANGKAPAN BERNILAI EKONOMI DI DANAU MATANO

Eddy Soekendarsi¹⁾, Armawaty Syam¹⁾, Ambeng¹⁾, Zohrah Hasyim¹⁾

¹⁾Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin
soekened@gmail.com

ABSTRAK.

Kajian tentang jenis ikan tangkapan bernilai ekonomi di sekitar danau Matano, Sulawesi Selatan telah dilakukan di Tanjung Uma; Pantai Ide; Petea; dan Matano. Metodologi yang dilakukan, yaitu: dengan pengamatan langsung tempat pendaratan ikan tangkapan nelayan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa diperoleh 12 jenis dari 8 familia, yaitu: Butini, Mujair, Nila, Louhan, Gabus, Osang/Betok, Mas, Dui-dui, Opudi dan Padi.

Kata kunci: ikan tangkapan, Matano, pendaratan ikan, species

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi sumber daya alam yang bervariasi, baik di daratan maupun di perairan. Di perairan, Indonesia memiliki sumber daya perikanan laut dan perikanan air tawar. Sumber perikanan tersebut mempunyai potensi yang cukup besar, baik dari segi kuantitas maupun diversitasnya. Sehingga selain dijadikan sebagai sumber makanan, perikanan juga dijadikan sebagai sumber perekonomian yang cukup tinggi bagi masyarakat Indonesia (Whitten *dkk.* 1987; Mujiman, 1998).

Ikan merupakan salah satu jenis sumber perikanan yang jumlahnya cukup besar dibandingkan jenis yang lain, sehingga dalam sistem ekologi ikan berperan sebagai salah satu mata rantai penghubung dalam aliran energi (siklus materi dalam ekosistem laut). Selain itu, manfaat ikan bagi manusia cukup banyak, salah satunya yaitu sebagai pemacu pertumbuhan tubuh manusia dan meningkatkan kemampuan otak, sehingga kebutuhan manusia akan ikan semakin bertambah (Rifai *dkk.*, 1983; Mujiman 1998).

Salah satu sumber perikanan air tawar yang terdapat di Indonesia adalah Danau Matano, yang terdapat di Kabupaten Luwu timur, Sulawesi Selatan. Danau Matano merupakan danau yang terdapat di wilayah Soroako, terletak 382 m dari permukaan laut, panjangnya sekitar 31 km, lebar 6,5 km, dengan kedalaman 590 m, dan luas 164 km² (Kottelat, 1990; 1991).

Selain memiliki sumberdaya ikan endemik yang berpotensi ekonomi, Danau Matano juga dimanfaatkan untuk perikanan tangkap, navigasi, ekowisata dan sumber air untuk kebutuhan domestik. Kondisi ini menunjukkan bahwa Danau Matano memiliki fungsi penting untuk mendukung kehidupan masyarakat di sekitarnya (Wirjoatmodjo *dkk.*, 2003; Nasution, 2006)

2. METODE PENELITIAN

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan metoda survei langsung dilapangan di 4 titik lokasi, yaitu: Tanjung Uma; Pantai Ide; Petea; dan Matano

yang di tempati oleh penduduk dengan matapencaharian sebagai penangkap ikan di danau Matano. Peralatan yang dipergunakan untuk menangkap ikan menggunakan bermacam alat seperti jaring, pancing, dan pukat/jaring. Selain itu untuk memperoleh data lainnya di peroleh dengan mewawancarai masyarakat yang bermukim di sekitar danau Matano. Identifikasi ikan dilakukan berdasarkan buku acuan menurut Saanin (1986), dan Kottelat (1990;1991).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan di Danau Matano, dengan 4 titik lokasi penelitian, diperoleh hasil bahwa di danau Matano terdapat 12 spesies, dari 8 familia, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis ikan air tawar bernilai ekonomi di Tanjung Uma; Pantai Ide; Petea; dan Matano

Familia	Nama Spesies / Ilmiah	Nama Daerah
<i>Anabantidae</i>	<i>Anabas testudineus</i>	Osang/betook
<i>Channidae</i>	<i>Channa striata</i>	Gabus
<i>Cichlidae</i>	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Mujair
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila
	<i>Amphilophus sp</i>	Louhan
<i>Cyprinidae</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	Mas
<i>Gobiidae</i>	<i>Glossogobius matanensis</i>	Butini
<i>Hemiramphidae</i>	<i>Dermogenys weberi</i>	Dui-dui
<i>Telmatherinidae</i>	<i>Telmatherina sp</i>	Opudi
	<i>Telmatherina opudi</i>	
	<i>Telmatherina bonti</i>	
<i>Oryziidae</i>	<i>Oryzias sp</i>	Padi

(Sumber: Syam, 2012)

Jenis ikan bernilai ekonomi yang di peroleh di danau Matano, pada umumnya bukan asli ikan domestik danau Matano, namun lebih banyak ikan yang sengaja di budidayakan di danau Matano. Menurut warga disekitar danau , jenis ikan introduksi seperti ikan mas, ikan lohan, dan ikan nila, merupakan ikan yang sengaja dilepaskan ke danau oleh warga, sehingga dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan populasi ikan tersebut makin berkembang, dan menjadi penghuni danau Matano. Hal ini dilakukan agar ikan – ikan ini nantinya dapat ditangkap kembali untuk dapat dikonsumsi dan dijual (Brotowidjoyo *dkk.* 1995). Namun keadaan ini menandakan bahwa sudah terjadi pencemaran secara biologis di perairan D. Matano karena masuknya jenis ikan eksotik atau ikan introduksi. Keadaan ini lambat laun diperkirakan akan mengancam keberadaan ikan endemik yang menghuni perairan tersebut.

Ikan dari suku *Telmatherinidae* (ikan Opudi) merupakan jenis ikan hias, karena memiliki ukuran tubuh yang relatif kecil yaitu 5-8 cm, dengan tubuh yang memiliki warna, sehingga sangat cocok untuk dijadikan sebagai ikan hias. Sedangkan jenis ikan dari suku yang lainnya merupakan ikan yang dapat dikonsumsi/ diperdagangkan (Reny, 2002)

Diketahui bahwa hasil tangkapan ikan *Glossogobius matanensis* (ikan Butini) merupakan spesies yang mudah ditemukan dan penyebarannya paling luas, sehingga dapat ditemukan di empat tempat pengamatan. Hal ini menandakan

bahwa ikan ini masih terjaga kelestariannya sebagai ikan endemik di danau Matano. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Reny (2002) juga menjelaskan bahwa ikan *G. metanensis* dijumpai di hampir seluruh lokasi penelitian yang berjumlah 24 stasiun pengambilan sampel. Hasil penelitian yang dilakukan Reny (2002), komunitas ikan di danau Matano terdiri dari 19 jenis ikan yang terdiri dari 9 familia. Familia yang mempunyai jenis terbanyak di Danau Matano adalah familia Telmatherinidae yang terdiri dari 7 jenis yaitu *Telmatherina bonti*, *Telmatherina antoniae*, *T. abendanoni*, *T. obscura*, *T. opudi*, *T. prognatha*, *T. sarasinorum*, *T. wahyui* dan satu jenis lain yang diharapkan merupakan jenis baru yaitu *Telmatherina sp.* Hal yang menarik adalah dijumpainya *Telmatherine bonti* di danau ini yaitu di dekat S. Lawa. Jenis ini sebelumnya tidak dijumpai di Matano.

4. KESIMPULAN

Danau Matano yang berbatasan antara Propinsi Sulawesi Selatan dan Propinsi Sulawesi Tenggara mempunyai potensi jenis ikan air tawar bernilai ekonomi yang cukup tinggi, yaitu 12 jenis dari 8 family, diantaranya: ikan Butini (*Glossogobius matanensis*), ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*), ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), ikan Lohan (*Amphilophus sp.*), ikan Gabus (*Channa striata*), ikan Osang/Betok (*Anabas testudineus*), ikan Mas (*Cyprinus carpio*), ikan Dui-dui (*Dermogenys weberi*), ikan Opudi 3 jenis (*Telmatherina sp.*, *Telmatherina opudi*, *Telmatherina bonti*) dan ikan Padi (*Oryzias sp.*). *G. matanensis* (Ikan Butini) dan *Telmatherina* (Ikan Opudi) merupakan ikan indemik danau Matano.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brotowidjoyo, M. D., D. Tribawono dan E. Mulbyantoro. 1995. Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air. Liberti. Yogyakarta.
- [2] Kottelat, M. 1990. The ricefishes (Oryziidae) of the Malili Lakes, Sulawesi, Indonesia, with description of a new species. Ichthyol. Explor. Freshwaters, I : 15 1-166.
- [3] Kottelat, M. 1991. Sailfin silversides (Pisces: Telmatherinidae) of Lake Matano Sulawesi, Indonesia with description of six new species. Ichthyol. Explorer. Freshwaters, 1:321-344.
- [4] Mujiman, A. 1998. Makanan Ikan. Seri Perikanan. Swadaya. Jakarta.
- [5] Nasution, S.H. 2006. Pangkilang (Telmatherinidae) ornamental fish: An economic Alternative for people around Lake Matano. Proceedings International Symposium. The Ecology and Limnology of the Malili Lakes on March 20-22, 2006 in Bogor-Indonesia. Supported by: PT. INCO Tbk.
- [6] Reny, K.H. 2002. Jurnal Ikhtiologi Indonesia. Studi Pendahuluan Ikan di Danau Matano. Vol.2, No.2.
- [7] Rifai, S.A.N., N. Sukarya dan Z. Nasution. 1983. Biologi Perikanan. Edisi 1 Departemen Pendidikan dan kebudayaan. Jakarta.

- [8] Saanin, H. 1986. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Bina Cipta. Jakarta.
- [9] Syam, A. 2012. Kelimpahan Ikan Di Perairan Danau Matano, Sulawesi Selatan. Universitas Hasanuddin (Skripsi)
- [10] Wirjoatmodjo, S, Sulistiono, M.F. Rahardjo, I.S. Suwelo and R.K. Hadiyati. 2003. Ecological distribution of endemic fish species in Lakes Poso and Malili Complex, Sulawesi Island. Funded by Asean Regional Centre for Biodiversity Conservation and the European Commission. 30 p.
- [11] Whitten, T.J., M. Mustofa dan G.S. Henderson. 1987. Ekologi Sulawesi. Penerjemah: Tjitrosoepomo, Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta, Indonesia.

KELIMPAHAN DAN DISTRIBUSI SPASIAL BAMBU LAUT *Isis hippuris* DI KEPULAUAN WAKATOBI

**Dining A.Candri ¹, Jamaluddin Jompa ², A.Niartiningsih ²,
Chair Rani ².**

¹).Mahasiswa PascaSarjana Universitas Hasanuddin, Makassar

²).Staf Pengajar Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Makassar.

Email.candri.sq@gmail.com

Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan distribusi *Isis hippuris* di Kepulauan Wakatobi Sulawesi Tenggara. Kelimpahan *Isis hippuris* menggunakan metode transek sabuk, menggunakan transek 100 m x 50 m (sisi kanan 2,5 m dan 2,5 m sisi kiri transek), sedangkan untuk mengetahui hubungan antara ukuran koloni dan distribusi *Isis hippuris* menggunakan Analisis Korespondensi (CA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan tertinggi *Isis hippuris* ditemukan di perairan Pulau Hoga III dengan kategori melimpah, sedangkan pulau-pulau lainnya umumnya dalam kategori jarang. *Isis hippuris* ditemukan pada zona lereng terumbu dan paling sering ditemukan pada kedalaman 5 - 7 meter dengan persentase 50,32 %. *Isis hippuris* didominasi oleh ukuran sedang (30-60 cm) dengan persentase 74,12 %, dan di temukan di Pulau Wanci I, Hoga I, Hoga II dan Hoga III.*

Kata Kunci :*Isis hippuris Kelimpahan dan Distribusi Wakatobi*

SEBARAN SPASIAL ECHINODERMATA PADA TIPE HABITAT PADANG LAMUN BERBEDA DI PULAU BONE BATANG SULAWESI SELATAN

Dody Priosambodo¹

1). Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)

Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea Makassar 90245

e-mail: dody_priosambodo@yahoo.com

ABSTRAK

Echinodermata termasuk salah satu kelompok fauna laut yang memiliki peran penting sebagai pendaur ulang bahan organik di padang lamun yang dikenal miskin akan zat hara. Biota laut berkulit duri ini umumnya hidup di permukaan dasar perairan atau membenamkan diri di dalam substrat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran spasial Echinodermata pada tipe habitat padang lamun yang berbeda di pulau Bone Batang. Pengambilan sampel dilakukan pada 8 stasiun utama yang telah ditentukan berdasarkan tipe habitatnya, yaitu: lima stasiun di daerah intertidal, dua stasiun di daerah subtidal dan satu stasiun di daerah terumbu karang. Sebagai kontrol/pembandingan, pengambilan sampel juga dilakukan di daerah berpasir yang tidak ditumbuhi lamun di sekitar stasiun utama. Untuk hewan yang hidup di permukaan dasar perairan, pengambilan sampel dan data kelimpahan dilakukan dengan menggunakan plot ukuran 4 x 3 meter. Sedangkan untuk hewan echinodermata yang membenamkan diri di dasar substrat, pengambilan sampel dilakukan dengan metode "anoxic trap" menggunakan terpal plastik ukuran 4 x 3 meter yang dipasang selama 24 jam hingga 48 jam. Dari hasil pengambilan sampel diperoleh total 22 jenis Echinodermata. Delapan belas jenis ditemukan di Padang Lamun dan 15 jenis di daerah kontrol. Enam jenis diantaranya termasuk spesies Echinodermata yang hidup dengan membenamkan diri di dalam substrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran spasial Echinodermata di padang lamun pulau Bone Batang dipengaruhi oleh kombinasi antara faktor hidrodinamika perairan dengan tipe habitat padang lamun.

Key words: kelimpahan, distribusi, Echinodermata, padang lamun, Bone Batang

1. PENDAHULUAN

Echinodermata termasuk biota yang memiliki peran penting dalam mendaur ulang zat hara di laut. Beberapa jenis diantaranya memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Hewan berkulit duri ini mencakup beberapa kelompok biota laut, seperti: teripang, bintang laut, bintang mengular, landak laut dan landak laut hati. Sebagian Echinodermata berukuran besar seperti landak laut, bintang laut dan teripang ditemukan dalam jumlah yang melimpah di permukaan dasar perairan. Bintang mengular yang bertubuh rapuh, lebih banyak berlindung di antara celah-celah karang, di balik karang mati dan pecahan karang. Sebagian lainnya bersembunyi dengan membenamkan diri di dalam substrat dan hanya akan keluar saat kondisi gelap di malam hari (nokturnal) untuk mencari makan.

Penelitian tentang kelimpahan Echinodermata telah banyak dilakukan di Kepulauan Spermonde. Namun, penelitian tentang sebaran spasial Echinodermata yang berkaitan dengan proses hidrodinamika pada tipe habitat lamun yang berbeda belum banyak dilakukan. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Penentuan Stasiun

Pada penelitian ini, daerah sampling dibagi menjadi 8 stasiun berdasarkan tipe habitat lamun yang ditemukan di Pulau Bone Batang. Waycott *et al.* (2004), membagi habitat lamun di daerah Indo-Pasifik Barat (termasuk Indonesia) menjadi 6 tipe habitat, berdasarkan faktor lingkungan yang memengaruhinya, yaitu: daerah intertidal, subtidal, rataan terumbu karang, perairan dalam, muara sungai dan pantai daratan utama. Tiga tipe habitat lamun pertama, yaitu: intertidal, subtidal dan rataan terumbu karang dapat ditemukan di Pulau Bone Batang. Sedangkan tipe habitat lamun di perairan dalam (> 15 m), belum dapat dipastikan keberadaannya.

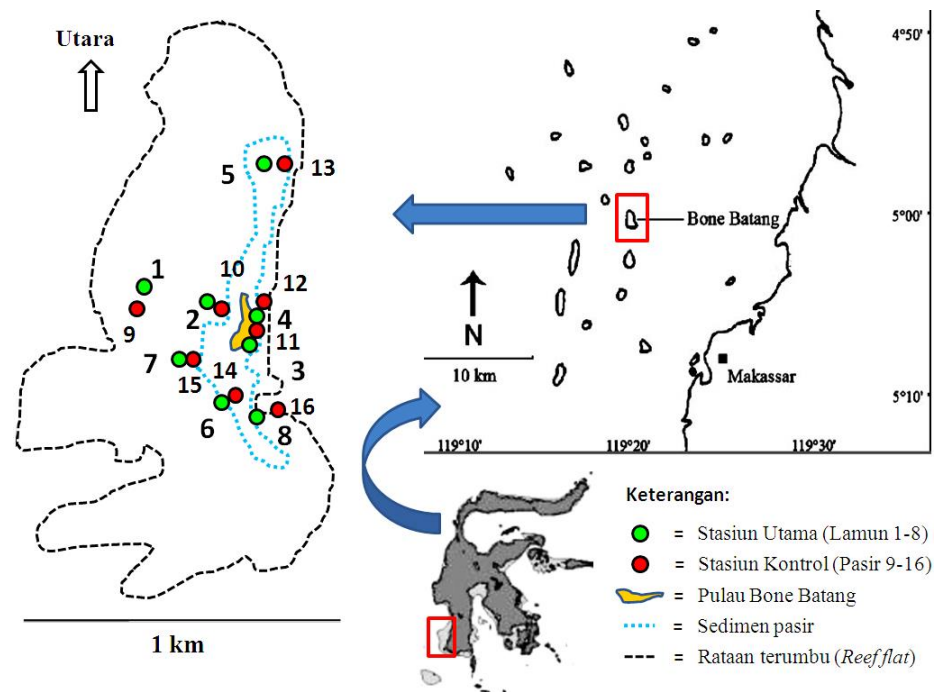
Penempatan lokasi stasiun dilakukan secara selektif berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan dengan pengamatan visual mengelilingi pulau menggunakan alat snorkel dan *speedboat* dengan kecepatan rendah. Dari hasil observasi awal diperoleh tiga tipe habitat lamun di Pulau Bone Batang, yaitu: rataan terumbu karang, intertidal dan subtidal.

Lamun di Pulau Bone Batang umumnya tumbuh mengelompok (*patchy*), didominasi oleh komunitas campuran yang terdiri dari beberapa spesies. Lamun yang tumbuh, tidak membentuk suatu hamparan yang utuh karena banyak diselingi oleh daerah kosong (*bare area*) yang tidak ditumbuhi lamun. Daerah ini umumnya berbentuk seperti lubang-lubang besar dan sedikit dalam yang didominasi substrat kerikil atau pasir kasar. Lubang ini sedikit lebih dalam dibandingkan dengan daerah disekelilingnya yang ditumbuhi oleh lamun dan dikenal dengan sebutan “*blow-out*”. Delapan stasiun tambahan ditempatkan di daerah berpasir tanpa lamun tidak jauh dari stasiun utama sebagai kontrol/pembanding (stasiun 9-16). Dari hasil observasi awal, ditetapkan 8 stasiun utama (stasiun 1-8) yang ditempatkan pada tipe habitat berbeda. Karakteristik dari masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 1, di bawah ini:

Tabel 1. Pembagian stasiun utama berdasarkan tipe habitat padang lamun

Stasiun	Lokasi Stasiun	Tipe Habitat Padang Lamun
1	Barat	Rataan Terumbu Karang. Deskripsi: substrat karang keras, landai, dangkal, dekat <i>surf zone</i> , dipengaruhi ombak pecah, energi gelombang tinggi, didominasi hewan karang, sponges dan alga coklat, lamun multispecies berukuran sedang, ketebalan sedimen < 1 meter.
2	Barat	Intertidal. Deskripsi: laguna, substrat berpasir dangkal, terlindung, lamun multispecies berukuran sedang, ketebalan sedimen lebih dari satu meter
3	Timur	Intertidal. Deskripsi: pantai sempit, substrat berpasir sangat dangkal, labil, energi gelombang tinggi, didominasi lamun perintis berukuran kecil (<i>Halophila ovalis</i> dan <i>Halodule uninervis</i>) yang tahan terhadap paparan suhu tinggi saat surut rendah.
4	Timur	Subtidal. Deskripsi: dasar perairan sangat curam, berpasir, dalam, didominasi jenis lamun <i>Halodule uninervis</i> dan <i>Cymodocea rotundata</i> yang tumbuh rapat.

5	Utara	Intertidal. Deskripsi: dangkal, substrat didominasi pecahan karang, arus kuat, energi gelombang tinggi, butiran sedimen besar. Jenis lamun didominasi <i>Halodule uninervis</i> yang tumbuh rapat.
6	Selatan	Intertidal. Deskripsi: berpasir, sangat landai, sangat dangkal, mudah terekspose saat surut rendah, suhu perairan tinggi, arus cukup kuat, lamun didominasi <i>Halodule uninervis</i>
7	Barat	Intertidal. Deskripsi: substrat berpasir, labil hingga stabil, dasar perairan memiliki banyak cekungan dan gundukan pasir berukuran kecil, dangkal hingga agak dalam, lamun multispesies didominasi oleh <i>Cymodocea rotundata</i> , <i>Thalassia hemprichii</i> , <i>Enhalus acoroides</i> dan spesies lamun lainnya yang berukuran lebih kecil.
8	Tenggara	Subtidal. Deskripsi: substrat berpasir halus, curam, kondisi substrat labil hingga stabil, paling dalam dibandingkan stasiun lainnya, banyak gundukan pasir kecil, lamun didominasi oleh <i>Enhalus acoroides</i> berukuran besar yang tumbuh membentuk rumpun dengan sebaran terpencar-pencar



Gambar 1. Pembagian stasiun penelitian di Pulau Bone Batang (Priorsambodo, 2011).

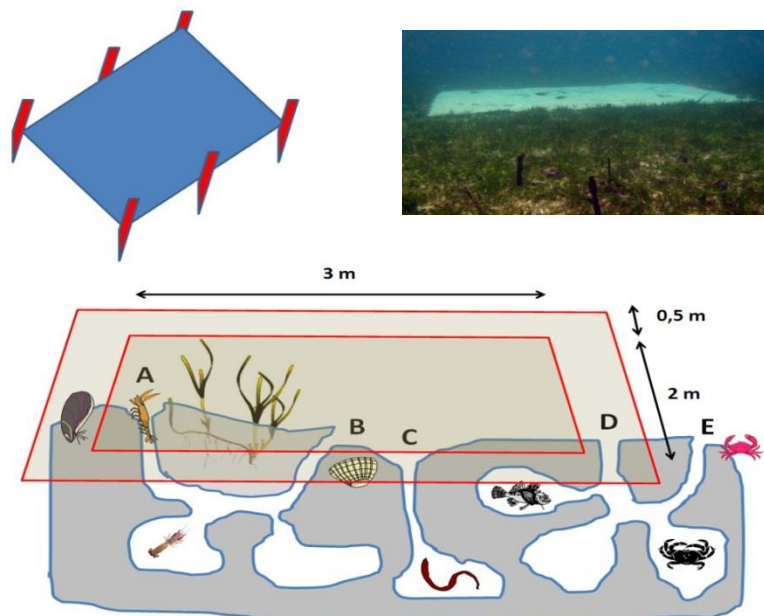
2.2. Pengambilan Data

Pengambilan data kerapatan Lamun

Pengambilan data kerapatan lamun dilakukan menggunakan *sediment corer* dengan diameter 15,7 cm dan tinggi 25 cm. Sampel lamun beserta sedimen yang diambil dari lapangan, kemudian dipindahkan dari kantong plastik ke sebuah baki plastik. Sebanyak 2 sendok makan sampel sedimen, diambil dari tengah-tengah sedimen yang ada di atas baki, untuk keperluan analisis struktur sedimen lebih lanjut. Sampel lamun kemudian dibersihkan, dipisahkan sesuai jenisnya dan dihitung tegakannya. Hasil perhitungan kemudian dikonversi kesatuan luas m^2 .

Pengambilan data kepadatan Echinodermata.

Pengambilan data Echinodermata dilakukan dengan dua cara. Untuk hewan berkulit duri yang hidup di permukaan substrat (epifauna) pengambilan data dilakukan dengan memasang plot berukuran 4 x 3 meter. Hewan Echinodermata yang ada di dalam plot dicatat jumlah individu dan jenisnya. Sampel yang tidak dikenali dikoleksi untuk diidentifikasi lebih lanjut. Setelah nama jenis dan jumlah individu tercatat, sampel echinodermata kemudian dipindahkan keluar plot. Selanjutnya, dilakukan pemasangan terpal plastik berwarna coklat berukuran 4 x 3 m untuk menciptakan efek anoksik yang akan memaksa echinodermata infauna keluar ke permukaan. Pemasangan terpal dilakukan selama periode 1 x 24 jam dan 2 x 24 jam.



Gambar 2. Pengambilan sampel Echinodermata infauna menggunakan terpal plastik (Priyambodo, 2011)

Pemasangan terpal dilakukan tepat di titik pemasangan plot Echinodermata epifauna. Terpal plastik dipasang dengan mengikatkan tepian terpal menggunakan tali rafia pada patok kayu atau bambu. Setelah terpasang, bagian atas terpal ditimbun dengan pasir setebal 10 cm secara merata ke seluruh permukaan atas terpal untuk menjamin terpal melekat pada permukaan substrat dan menghalangi masuknya oksigen ke dalam substrat. Tepi terpal ditimbun dengan pasir dan batu dalam jumlah yang lebih banyak untuk menjamin tidak masuknya oksigen dan terbongkarnya terpal akibat kencangnya arus.

Pengambilan data parameter Lingkungan

Pada tiap-tiap stasiun penelitian, dilakukan pengambilan sampel sedimen sebanyak 6 kali ulangan (6 replikat) menggunakan *sediment corer* dengan diameter 15,7 cm dan tinggi 25 cm. Analisis struktur sedimen ini bertujuan untuk

membandingkan komposisi (persentase) dari ukuran butiran sedimen yang menjadi substrat lamun pada masing-masing stasiun.

Sebanyak 2 sendok makan sampel sedimen yang melekat pada rhizome lamun diambil (dicuplik) dari bagian tengah corer. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 70⁰ C, selama 14 hari hingga kering dan beratnya konstan. Setelah kering, sedimen ditimbang dan dimasukkan ke dalam seri saringan bertingkat yang digerakkan secara mekanis (JEL 200 T, J. Engelmann AG; ukuran mata saringan 2000, 1000, 500, 250, 125 dan 60 µm).

Sedimen yang telah terpisah kemudian ditimbang untuk menentukan tekstur sedimen, berdasarkan persentase berat dari butiran sedimen yang memiliki ukuran berbeda-beda. Selanjutnya sedimen dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 500⁰ C selama 4 jam untuk menentukan kadar kandungan bahan organiknya (Gambar 9). Klasifikasi struktur sedimen dilakukan berdasarkan modifikasi dari skala Wenworth yang direkomendasikan oleh Erftemeijer dan Koch (dalam Short dan Coles 2003) yang membagi ukuran butiran sedimen substrat lamun menjadi kerikil atau *gravel* (> 2mm), pasir atau *sand* (0,063-2 mm), lanau/lumpur atau *silt* (4-63 µm) dan lempung atau *clay* (< 4 µm).

Pengukuran pergerakan air (*water exposure*) dilakukan dengan bola gypsum (*plaster ball*), berdasarkan teknik yang dikembangkan oleh Komatsu dan Kawai (1992) dalam Short dan Coles (2001). Tujuan pengukuran pergerakan air ini adalah untuk membandingkan kekuatan arus yang mempengaruhi kondisi hidrodinamika, pada masing-masing stasiun di Pulau Bone Batang. Pengukuran dilakukan dengan memasang 16 bola dari Gypsum sebesar bola tenis selama 72 jam di setiap stasiun penelitian.

Pemasangan bola dilakukan pada saat surut terendah (*lowest spring tide*) di sekitar bulan mati atau bulan baru. Waktu tersebut dipilih, karena aktifitas pasang surut dan pergerakan massa air yang paling tinggi dalam setiap bulannya, terjadi saat bulan baru atau bulan purnama penuh. Menurut Erftemeijer dan Herman (1994), kondisi hidrodinamika atau pergerakan arus pada saat pasang tertinggi dan surut terendah memberikan pengaruh yang paling besar terhadap komunitas lamun. Dengan demikian, penempatan bola gypsum pada waktu tersebut, diharapkan dapat memberikan informasi tentang kondisi pergerakan air dari masing-masing stasiun penelitian di Pulau Bone Batang.

Pemasangan bola Gypsum ini dilakukan sebanyak 3 kali pada bulan Januari, April dan Juli 2010. Penentuan kuat lemahnya arus dari tiap-tiap stasiun penelitian, ditentukan berdasarkan rata-rata persentase penyusutan berat dari bola gypsum yang dipasang selama 3 hari atau 72 jam. Pengambilan data suhu dilakukan dengan thermometer Yenaco. Sedangkan salinitas diukur menggunakan Refracto-salinometer Hanna-Instrument. Pengukuran kedalaman sedimen diukur secara manual dengan besi dan palu besar (*Jack hammer*). Sedangkan ketinggian air juga dilakukan secara manual menggunakan meteran dan kayu.

2.3. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan setelah terpal di pasang selama 1 x 24 jam. Untuk menghindari sampel yang telah mati terbawa arus, sampel diambil dengan pinset saat terpal mulai dibuka secara perlahan-lahan. Sampel dimasukkan ke

dalam botol sampel yang telah diberi kode stasiun. Sampel kemudian diawetkan dengan campuran air laut dengan formalin 4% dan alkohol 70 %. Identifikasi sampel dilakukan di laboratorium SPICE di Pusat Kegiatan Penelitian UNHAS.

2.4 ANALISIS DATA

Data kepadatan individu dihitung berdasarkan sampel yang diperoleh dalam plot ukuran 4 x 3 meter. Data epifauna diambil menggunakan petak contoh. Sedangkan data infauna diambil menggunakan terpal plastik. Identifikasi Echinodermata dilakukan berdasarkan Clark (1971); Cannon dan Silver (1987) dan Massin (1999).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Bone Batang memiliki bentuk rataan terumbu yang unik. Sisi barat pulau terdiri dari rataan terumbu yang luas, landai dan dangkal. Rataan terumbu ini meluas hingga ke sisi selatan, tenggara serta sedikit ke arah utara pulau. Sebaliknya, di sepanjang sisi timur pulau Bone Batang, topografi pantainya curam dan dalam. Kondisi lingkungan yang berbeda di padang lamun pulau Bone Batang menciptakan ragam habitat yang bervariasi bagi organisme laut.

Dari hasil pengambilan sampel diperoleh 22 spesies echinodermata. Delapan belas jenis ditemukan di Padang Lamun dan 15 jenis di daerah kontrol. Enam jenis diantaranya termasuk spesies Echinodermata yang hidup dengan membenamkan diri di dalam substrat (infauna), yaitu: *Archaster typicus*, *Astropecten polyacanthus*, *Disasterina abnormalis*, *Laganum depressum*, *Metalia sternalis*, *Tripneustes sp.* Untuk daerah lamun, jumlah spesies Echinodermata tertinggi ditemukan di stasiun 7 (intertidal) dengan jumlah 13 spesies. Sedangkan di stasiun 1, spesies Echinodermata tidak ditemukan sama sekali. Sebaliknya, untuk daerah kontrol yang tidak ditumbuhi lamun, jumlah spesies Echinodermata tertinggi ditemukan di stasiun 11 dan 13, masing-masing dengan jumlah 5 spesies. Jumlah spesies Echinodermata dari masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kepadatan dan jumlah spesies Echinodermata pada masing-masing stasiun di Pulau Bone Batang

No.	Spesies Echinodermata	Stasiun Utama								Stasiun Kontrol							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	<i>Archaster typicus</i>	0.00	0.75	0.00	0.50	0.17	0.08	0.08	0.33	0.33	0.17	0.25	0.08	1.83	0.00	0.00	0.00
2	<i>Astropecten polyacanthus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
3	<i>Astropyga radiata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
4	<i>Diadema setosum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	<i>Disasterina abnormalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
6	<i>Echinometra mathaei</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
7	<i>Echinothrix calamaris</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	<i>Holothuria conusalba</i>	0.00	0.00	0.00	0.08	0.42	0.08	0.08	0.83	0.00	0.42	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
9	<i>Laganum depressum</i>	0.00	0.33	0.00	0.00	1.75	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.00
10	<i>Macrophiothrix robillardi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42
11	<i>Maretia planulata</i>	0.00	0.00	2.75	0.00	0.08	0.08	0.25	0.00	0.00	0.00	1.83	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00
12	<i>Mespilia globulus</i>	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	<i>Metalia sternalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
14	<i>Ophiarachnella gorgonia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
15	<i>Ophiolepis sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	0.33	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	<i>Protoreaster nodosus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00	0.33	0.08	0.00	0.00	0.00
17	<i>Tripneustes gratilla</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	<i>Ophiocoma erinaceus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	<i>Ophiothrix savignyi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Ophiuroid (belang)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Ophiuroid (cakram hitam)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00
22	<i>Tripneustes sp. (Juvenil).</i>	0.00	0.00	1.75	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	5.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Rata-Rata	0.00	0.05	0.20	0.11	0.11	0.05	0.19	0.08	4.00	2.00	5.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00
	Jumlah Spesies	0.00	2.00	2.00	6.00	5.00	6.00	13.00	4.00	4.00	2.00	5.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00

Hasil analisis data kerapatan lamun di Pulau Bone Batang menunjukkan bahwa rata-rata nilai kerapatan jenis lamun untuk masing-masing stasiun berbeda-beda. Untuk stasiun 1 dan 7, rata-rata kerapatan tertinggi ditemukan pada jenis *Thalassia hemprichii* dengan nilai kerapatan berturut-turut mencapai 1128,37 dan 1378,16 tegakan/m² (Tabel 3). Di stasiun 2, 3 dan 6, rata-rata kerapatan tegakan lamun tertinggi ditemukan pada spesies *Cymodocea rotundata* dengan nilai kerapatan berturut-turut sebesar 1231,73, 1085,30 dan 3221,45 tegakan/m². Sedangkan di Stasiun 4, 5 dan 8, kerapatan tegakan lamun tertinggi ditemukan pada jenis *Halodule uninervis* dengan nilai kerapatan berturut-turut sebesar 2988,89, 3316,20 dan 1180,05 tegakan/m² (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata kerapatan lamun di Pulau Bone Batang (stasiun utama).

Spesies Lamun	Stasiun			
	1	2	3	4
<i>Cymodocea rotundata</i>	999.17	1231.73	1085.30	1136.98
<i>Enhalus acoroides</i>	43.07	0.00	0.00	25.84
<i>Halodule uninervis</i>	568.49	77.52	0.00	2988.89
<i>Halophila minor</i>	0.00	0.00	0.00	611.56
<i>Halophila ovalis</i>	163.66	0.00	792.44	43.07
<i>Thalassia hemprichii</i>	1128.37	826.90	585.72	568.49
Spesies Lamun	Stasiun			
	5	6	7	8
<i>Cymodocea rotundata</i>	3221.45	3221.45	163.66	0.00
<i>Enhalus acoroides</i>	0.00	0.00	34.45	86.14
<i>Halodule uninervis</i>	3316.20	1050.85	1240.34	1180.05
<i>Halophila minor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Halophila ovalis</i>	43.07	51.68	103.36	77.52
<i>Thalassia hemprichii</i>	499.58	766.60	1378.16	594.33

Secara keseluruhan, rata-rata kerapatan jenis lamun tertinggi ditemukan pada jenis *Cymodocea rotundata* dengan nilai kerapatan mencapai 1382,47 tegakan/m², diikuti *Halodule uninervis* (1302,79 tegakan/m²) dan *Thalassia hemprichii* (793,52 tegakan/m²) (Tabel 3).

Dari hasil pengamatan terhadap stasiun kontrol dengan substrat berpasir yang tidak ditumbuhi lamun, diketahui bahwa jumlah spesies Echinodermata terbanyak ditemukan di stasiun 11 dan 13 masing-masing dengan jumlah 5 jenis. Kedua stasiun ini memiliki karakteristik habitat serupa yang didominasi substrat labil dengan energi gelombang yang tinggi. Ukuran butiran substrat pun lebih besar dibandingkan stasiun lainnya. Hal ini memudahkan Echinodermata untuk menggali dan masuk ke dalam substrat. Energi gelombang yang tinggi juga memudahkan sirkulasi oksigen. Suhu air pun lebih stabil. Sebaliknya di daerah yang dangkal, intensitas cahaya yang tinggi akan meningkatkan suhu dengan cepat saat surut rendah, sehingga stasiun kontrol 10, 14 dan 15 cenderung dihindari hewan Echinodermata.

Menurut Hemminga dan Duarte (2000), jumlah spesies fauna yang ditemukan di tegakan lamun umumnya lebih banyak dibandingkan dengan daerah kosong tanpa lamun. Namun, kehadiran fauna di ekosistem lamun tidak berhubungan dengan banyaknya spesies lamun maupun tingginya kerapatan lamun. Hal ini terjadi karena sangat sedikit fauna yang hidupnya bergantung

secara langsung dengan lamun. Biota laut yang mampu memakan daun lamun jumlahnya tidak banyak. Namun pendapat ini tidak sepenuhnya disetujui oleh Kneer (2006), yang menyatakan bahwa komposisi jenis lamun turut menentukan komposisi biota laut yang berasosiasi dengan padang lamun. Makin banyak spesies lamun yang tumbuh membentuk komunitas campuran di suatu daerah menunjukkan bahwa padang lamun di daerah itu telah mencapai fase klimaks dan berusia lebih tua dibandingkan daerah sekitarnya. Daerah seperti ini biasanya memiliki ekosistem yang lebih mapan, memiliki jaring-jaring makanan yang lebih kompleks dan melibatkan spesies biota laut dalam jumlah yang lebih banyak. Dengan demikian, secara tidak langsung komposisi/jumlah spesies lamun memiliki pengaruh terhadap penyebaran spasial biota laut dimana spesies hewan-hewan ini cenderung lebih terkonsentrasi di daerah padang lamun yang lebih tua dibandingkan padang lamun muda yang kondisi substratnya lebih labil.

Menurut Kneer (2006), salah satu ciri padang lamun yang telah tua ditandai dengan tumbuhnya spesies lamun berukuran besar seperti *Enhalus acoroides*. Padang Lamun ini terbentuk dalam waktu lama dan prosesnya membutuhkan waktu lebih dari sepuluh tahun. Waktu pembentukan yang lama memungkinkan banyak biota laut tumbuh dan berkembang. Lamun ini ditemukan di stasiun 1 (tipe habitat lamun di rataaan terumbu) 1 dan stasiun 7 (tipe habitat lamun di daerah intertidal) serta di stasiun 4 dan 8 (tipe habitat lamun subtidal). Hasil penelitian menunjukkan bahwa padang lamun yang ditumbuhi *Enhalus acoroides* memiliki jumlah spesies Echinodermata yang lebih banyak dibandingkan padang lamun tanpa *Enhalus* di stasiun 2 dan 3 yang terletak tepat di tepi pantai dengan kondisi substrat yang labil.

Banyaknya spesies Echinodermata di stasiun 7 dimungkinkan karena kondisi habitat yang mendukung. Stasiun 7 memiliki jenis lamun yang beragam dengan ukuran yang berbeda-beda dan kerapatan yang tinggi. Kontur dasar perairan juga bervariasi.

Tabel 4. Hasil pengukuran parameter lingkungan di stasiun utama Pulau Bone Batang (Priosambodo, 2011).

Parameter Lingkungan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5	Stasiun 6	Stasiun 7	Stasiun 8
Kerikil (%)	29.70	22.61	12.85	9.22	13.54	10.92	1.48	5.45
Pasir (%)	69.43	76.59	86.19	89.48	84.89	87.97	95.61	92.70
Lempung (%)	0.87	0.80	0.96	1.30	1.56	1.11	2.90	1.85
Bahan Organik (gr/m ² AFDW)	2.56	3.18	2.58	3.09	2.49	2.90	2.98	3.23
Suhu (°C)	30	30	31	29	31	32	31	29
Salinitas (°/00)	34	34	33	33	33	33	34	32
Turbulensi arus (% pengurangan berat bola gypsum)	82	64	68	71	91	84	71	67
Ketebalan Sedimen (cm)	< 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100
Kedalaman (cm)	85	96	114	144	85	70	81	159

Tabel 5. Hasil pengukuran parameter lingkungan di stasiun kontrol Pulau Bone Batang (Priosambodo, 2011).

Parameter Lingkungan	Stasiun 9	Stasiun 10	Stasiun 11	Stasiun 12	Stasiun 13	Stasiun 14	Stasiun 15	Stasiun 16
Kerikil (%)	25.90	25.35	11.85	22.24	19.40	33.13	19.15	3.26
Pasir (%)	73.59	74.49	87.38	77.11	80.14	66.50	79.40	95.98
Lempung (%)	0.50	0.16	0.77	0.65	0.46	0.37	1.45	0.77
Bahan Organik (gr/m ² AFDW)	2.59	2.27	2.82	2.27	2.45	2.44	2.47	2.86
Suhu (°C)	30	30	30	30	30	31	30	29
Salinitas (°/00)	34	34	33	33	34	34	34	32
Turbulensi arus (% pengurangan berat bola gypsum)	77	66	67	63	82	81	78	59
Ketebalan Sedimen (cm)	< 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100
Kedalaman (cm)	105	98	128	200	130	81	77	229

Bone Batang termasuk pulau kecil yang rawan terhadap naiknya permukaan air laut. Ombak besar dengan arus kuat yang arahnya berubah-ubah sepanjang tahun mengikuti musim membuat sedimen pasir di sekitar pulau Bonebatang seringkali berpindah tempat. Transpor sedimen yang aktif dan masif ini mempengaruhi penyebaran lamun. Akibat perpindahan sedimen ini, sebagian lamun tercabut dari akarnya dan sebagian lainnya tertimbun pasir. Posisi sedimen pasir yang labil ini menyebabkan lamun tidak mendapat kesempatan untuk tumbuh dan mengkolonisasi daerah tersebut. Hanya spesies lamun berukuran kecil, tumbuh cepat, tahan intensitas cahaya dan tahan tertimbun saja seperti lamun perintis *Halodule uninervis* dan *Halophila ovalis* yang dapat tumbuh di daerah ini. Sedimen pasir yang labil ini ditemukan di stasiun 2 dan 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stasiun-stasiun tersebut memiliki jumlah spesies Echinodermata yang lebih rendah dibandingkan dengan stasiun lainnya (Tabel 2).

Dari hasil pengukuran parameter lingkungan (Tabel 4 dan 5), diketahui bahwa masing-masing stasiun memiliki karakter fisik habitat yang berbeda. Substrat pada tipe habitat lamun di rata-rata terumbu karang/*reef flat* (stasiun 1) dan tipe habitat lamun di daerah intertidal (stasiun 2,3,5 dan 7) memiliki komposisi kerikil yang lebih banyak dibandingkan tipe habitat lamun di daerah subtidal (stasiun 4 dan 8). Sedimen di stasiun utama (stasiun 1-8) yang ditumbuhi lamun memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan stasiun kontrol (stasiun 9-16). Suhu di daerah intertidal juga lebih tinggi 1-2 °C dibandingkan daerah subtidal. Ketebalan sedimen di rata-rata terumbu lebih sedikit dibanding stasiun lainnya. Stasiun yang terletak di sisi/ujung pulau (stasiun 1, 2, 3, 5 dan 6) memiliki proses hidrodinamika yang tinggi dengan arus yang lebih kuat dan energi gelombang yang lebih tinggi.

Hemminga dan Duarte (2000), menyatakan bahwa adanya tegakan lamun dengan kerapatan tinggi di perairan dangkal, menarik berbagai jenis biota laut untuk berlindung dan mencari makan. Dengan demikian, distribusi lamun di perairan intertidal mempengaruhi sebaran spasial Echinodermata. Sebaliknya, tipe habitat rata-rata terumbu yang ditumbuhi lamun di pulau Bone Batang (stasiun 1) terletak jauh dari tepi pantai. Daerah ini memiliki lapisan sedimen yang dangkal di atas substrat keras. Energi gelombang yang tinggi membuat lapisan sedimen berpasir ini tidak stabil sehingga cenderung dihindari Echinodermata infauna. Tipe habitat lamun yang dalam (subtidal) di stasiun 4 dan 8 juga dihindari Echinodermata. Di stasiun ini tegakan lamun didominasi rumpun *Enhalus acoroides* yang tumbuh terpencar-pencar. Kerapatan lamun di dasar perairan juga lebih rendah dibandingkan dengan daerah intertidal sehingga tidak dapat memberikan perlindungan maksimal bagi Echinodermata. Daerah subtidal yang dalam di stasiun 4 dan 8 juga sangat terbuka, jarang ditumbuhi karang dan mudah dijangkau oleh predator pemangsa seperti ikan Kakatua dan gurita sehingga cenderung dihindari Echinodermata.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengambilan sampel diperoleh total 22 jenis Echinodermata. Delapan belas jenis ditemukan di Padang Lamun dan 15 jenis di daerah kontrol. Enam jenis diantaranya termasuk spesies Echinodermata yang hidup dengan

membenamkan diri di dalam substrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran spasial Echinodermata di padang lamun pulau Bone Batang dipengaruhi oleh kombinasi antara faktor hidrodinamika perairan dengan tipe habitat padang lamun.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barron C, Duarte CM. 2009. Dissolved organic matter release in a *Posidonia oceanica* meadow. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*374: 75-84.
- [2] Brower, JE, Zar, JH, von Ende, CN. 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. London: Mc Graw-Hill Company. 273 pp.
- [3] Cannon, LRG, Silver H. 1987. *Sea Cucumbers of Northern Australia*. Queensland Australia: Queensland Museum.
- [4] Clark, AM. 1971. *Monograph of Indo-West Pacific Echinoderms*. London-United Kingdom: British Museum of Natural History.
- [5] Hemminga MA, Duarte CM. 2000. *Seagrass Ecology*. London-United Kingdom (UK): Cambridge University Press.
- [6] Kneer D, Priosambodo D, Asmus H. 2010. A Comparison of Three Methods for Estimating Macrozoobenthos Diversity and Abundance in a Tropical Seagrass Meadow [Abstrak]. *Benthic Ecology Meeting* University of North Carolina-Wilmington. 10-13 March 2010. North Carolina, USA.
- [7] Kneer, D. 2006. The Role of *Neaxius acanthus* (Thalassinidea: Strahlaxiidae) and it's burrows in a tropical seagrass meadow, with some remarks on *Coralianassa coutierei* (Thalassinidea: Calianassidae). [Diploma Thesis]. Berlin: Freie Univ.
- [8] Massin, C. 1999. *Reef Dwelling Holothuroidea (Echinodermata) of The Spermonde Archipelago (South-West Sulawesi, Indonesia)*. Zoologische Verhandelingen 329. Leiden: National Natuurhistorisch Museum.
- [9] Priosambodo, D. 2011. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Daerah Padang Lamun Pulau Bone Batang Sulawesi Selatan. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor.
- [10] Vonk JA, Christianen MJA, Stapel J. 2010. Abundance, edge effect, and seasonality of fauna in mixed-species seagrass meadows in South-West Sulawesi, Indonesia. *Mar.Biol.Res.*6: 282-291.
- [11] Vonk JA. 2008. Seagrass nitrogen dynamic-growth strategy and the effect of macrofauna in Indonesian mix-species seagrass meadow. [Dissertation]. Nijmegen, The Netherlands: Faculty of Science, Radboud University.

KOMUNITAS KUPU-KUPU (LEPIDOPTERA : PAPILIONOIDEA) DI SUAKA MARGASATWA ANGKE JAKARTA

Hasni Ruslan¹⁾, dan Dwi Andayaningsih¹⁾

¹⁾ Fakultas Biologi Universitas Nasional, Jakarta

e-mail : hasni_ruslan@yahoo.co.id

Abstrak

*Suaka Margasatwa merupakan habitat berbagai fauna, salah satu fauna yang ada adalah kupu-kupu. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komunitas kupu-kupu (Lepidoptera: Papilionoidea) antara kawasan terbuka dan tertutup di Suaka Margasatwa Angke Jakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - Juni 2015, dengan metode purposive sampling menggunakan jala serangga pada pukul 09.00 WIB - 13.00 WIB. Hasil penelitian ditemukan kupu-kupu 29 jenis dari 4 suku, di habitat terbuka, dan 10 jenis (4 suku) ditemukan di habitat tertutup. Komunitas kupu-kupu di habitat terbuka mempunyai jenis-jenis yang relatif sama dengan habitat tertutup ($IS > 50\%$) dengan indeks similaritas (IS) 51,28 %. Selanjutnya indeks keanekaragaman kupu-kupu, baik di habitat terbuka ($H' = 2.99$) maupun di habitat tertutup ($H' = 2.03$) tergolong sedang ($H' = 1,5 - 3,5$) dengan indeks equitabilitas mendekati 1, yaitu 0.89 di habitat terbuka dan 0.88 di habitat tertutup. Berdasarkan uji Hutchinson menunjukkan ada perbedaan yang bermakna, pada kedua habitat. Pada penelitian ini; komunitas kupu-kupu yang tertinggi ditemukan pada habitat terbuka pada jenis *Delias hyparete* tetapi di habitat tertutup ditemukan pada jenis *Junonia atlites*. Selanjutnya, kondisi faktor lingkungan fisik lainnya masih dalam kisaran yang sesuai dengan kehidupan kupu-kupu, baik suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin, tetapi cahaya lebih tinggi di habitat terbuka dari pada habitat tertutup.*

Kata kunci : *angke, kupu-kupu, komunitas, papilionoidea , suaka margasatwa.*

INTERAKSI KUPU-KUPU (PAPILIONOIDEA) DENGAN TUMBUHAN DI HUTAN LINDUNG MUARA ANGKE JAKARTA

Hasni Ruslan¹⁾, dan Dwi Andayaningsih¹⁾

¹⁾ Fakultas Biologi Universitas Nasional
Jalan Sawo Manila Pejaten Pasar Minggu Jakarta
e-mail : hasni_ruslan@yahoo.co.id

²⁾ Fakultas Biologi Universitas Nasional
Jalan Sawo Manila Pejaten Pasar Minggu Jakarta

Abstrak

*Kupu-kupu secara tidak langsung berfungsi sebagai pollinator dan indicator perubahan habitat. Di Hutan lindung muara angke terdapat kupu-kupu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi kupu-kupu yang terdapat di hutan lindung dengan keberadaan tumbuhan. Interaksi kupu-kupu dengan tumbuhan dapat berupa, mengambil pakan yang berupa nektar , bertenger dan meletakkan telur pada tanaman inang. Di kawasan Hutan Lindung , ditemukan 27 jenis dan 235 individu.. Indeks keanekaragaman kupu-kupu tergolong sedang. Indeks kemerataan mendekati 1. Indeks nilai penting (INP) yang tinggi di seluruh kawasan adalah jenis *Delias hyparete* , *Eurema hecabe* , dan *Danaus genutia* . Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan suku tumbuhan dengan indeks nilai penting (INP) yang tinggi adalah, *Acanthaceae* (*Ruellia tuberosa*, *Avicennia* sp, dan *Asystasia intrusa*). *Asteraceae* (*Melanthera bifora*), *Lythraceae* (*Sonneretia* sp,), *Rhizophoraceae* (*Rhizophora* sp), dan *Vitaceae* (*Cissustrifoliatius*).*

Kata kunci : kupu-kupu papilionoidea, interaksi tumbuhan, hutan lindung, muara angke.

I. PENDAHULUAN

Hutan Lindung Muara Angke Kapuk (MAK) secara geografis terletak antara 6°05' – 6°10'LS dan 106°43' – 106°48' BT, berada wilayah kecamatan Penjaringan, Jakarta Utara. Hutan Lindung MAK adalah suatu kawasan konservasi formal yang dimiliki oleh DKI Jakarta di wilayah daratan. Kawasan Hutan Lindung tersebut terbentang mulai dari hutan wisata Kamal sampai dengan batas Cagar Alam Muara Angke. Hutan lindung MAK dengan luas yang tergolong kecil ini terletak di wilayah pesisir, yakni kawasan peralihan antara daratan dan lautan di bagian utara DKI Jakarta, yang memanjang dari muara sungai Angke di bagian timur sampai perbatasan DKI Jakarta dengan Banten di bagian barat (Santoso, 2002).

Hutan lindung MAK merupakan suatu kawasan yang banyak terdapat flora dan fauna, flora yang banyak terdapat, merupakan tipe vegetasi pantai yang didominasi tipe vegetasi mangrove. Keberadaan jenis-jenis satwa liar sangat berkaitan erat dengan tipe vegetasi di kawasan tersebut. Beberapa satwa liar yang ditemukan di hutan lindung tersebut adalah jenis mamalia dan aves. Selain jenis monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) ditemukan jenis yang dilindungi undang-undang atau jenis migran antara lain: Raja Udang biru (*Alcedo coerulescens*), Pecuk ular asia (*Anhinga melanogaster*), kuntul kecil (*Egretta*

garzetta), ibis rokoroko (*Plegadis falcinellus*), dara laut kumis (*Chilidonias hybridus*), dan kupu-kupu.

Kupu-kupu termasuk ke dalam bangsa Lepidoptera. Lepidoptera mudah dikenali dengan adanya sisik-sisik halus pada sayap dan permukaan tubuhnya. Sisik-sisik ini mengandung pigmen yang memberikan variasi warna pada sayap dan tubuh. Variasi warna kupu-kupu merupakan salah satu karakter penting dalam identifikasi kupu-kupu (Peggie, 2014)). Kupu-kupu merupakan salah satu keanekaragaman hayati yang banyak dikenal, karena bentuk dan warnanya yang indah dan beragam. Kupu-kupu sering berterbangan diantara dedaunan dan di sekitar bunga untuk mencari makan. Kupu-kupu menyukai tempat-tempat yang bersih dan sejuk dan tidak terpolusi oleh insektisida, asap, dan bau yang tidak sedap dan lain-lai (Triplehorn & Johnson 2005). Karena sifatnya yang demikian, maka kupu-kupu menjadi salah satu serangga yang dapat digunakan sebagai bioindikator terhadap perubahan ekologi. Makin tinggi keragaman jenis kupu-kupu di suatu tempat menandakan lingkungan tersebut masih baik (Odum, 1993).

Komponen habitat yang penting bagi kehidupan kupu-kupu adalah tersedianya vegetasi sebagai sumber makanan, tempat untuk berkembang biak dan tempat untuk berlindung. Whalley (1992) menyatakan bahwa tumbuhan sangat memberikan pengaruh terhadap kehidupan kupu-kupu. Kupu-kupu dapat hidup dari dataran rendah sampai dataran tinggi, dengan ketinggian 1500 m - 1800 m di atas permukaan laut (Kunte, 2006). Penelitian tentang jenis kupu-kupu telah banyak dilakukan, terutama di hutan kota Utami (2012), Ruslan, dkk (2014). Penelitian mengenai interaksi kupu-kupu (Lepidoptera: Papilionoidea) dengan tumbuhan di hutan lindung MAK belum ada publikasi. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini pada dua habitat yang berbeda: habitat terbuka dan tertutup.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh data kupu-kupu dan tumbuhan di kawasan hutan lindung MAK, Jakarta Utara.
2. Mengetahui interaksi kupu-kupu dengan keberadaan tumbuhan di kawasan hutan lindung MAK, Jakarta utara.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai April 2015 di kawasan hutan lindung MAK, Jakarta utara. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (sumber: Google Map)



Gambar 2. Lokasi penelitian; pos 2 (kiri), pos 3 (tengah), dan pos 4 (kanan) di kawasan Hutan Lindung Muara Angke

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning System*), *light meter*, 4in 1 *Environment Tester*, kamera, oven listrik (37-50°C), kertas papilot, gunting, balok penusuk (*pinning block*), kertas kalkir, dan buku identifikasi; sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, kertas label, dan kapur barus.

Cara Kerja

a. Pengamatan Kupu-kupu

Metode yang dilakukan untuk koleksi sample kupu-kupu adalah dengan metode dengan koleksi langsung (eksplorasi) dengan menggunakan *sweeping net* dari pukul 09.00-13.00 WIB. Dengan mendata setiap jenis yang terdeteksi serta

jumlahnya. Kupu-kupu yang belum diketahui jenisnya dikoleksi dan disimpan dalam kotak penyimpanan sementara, lalu dibawa ke Laboratorium Zoologi – Fakultas Biologi Universitas Nasional, Jakarta, untuk diidentifikasi.

b. Identifikasi Kupu-kupu

Sampel diidentifikasi sampai tingkat jenis berdasarkan Peggie dan Amir (2006); d'Abrera (2005); Neo (2001), Kirton (2014), dan Peggie (2014)

c. Pendataan vegetasi

Pendataan jenis-jenis vegetasi utama dilakukan disetiap kawasan penelitian hutan kota untuk mengetahui keanekaragaman jenis tumbuhan di setiap kawasan. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksploratif; dengan mendata jenis-jenis vegetasi di seluruh plot, terutama jenis-jenis yang potensial untuk dimanfaatkan kupu-kupu. Data pengamatan adalah berupa jenis dan jumlah individu setiap jenis. Jenis tumbuhan yang tidak teridentifikasi di lapangan, dibuat herbarium dan diidentifikasi di Laboratorium Botani, Fakultas Biologi Universitas Nasional.

Analisis Data

Keanekaragaman jenis kupu-kupu

Keanekaragaman jenis kupu-kupu dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dengan rumus berikut :

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \text{ dengan } p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i = Proporsi kelimpahan jenis

n_i = Jumlah individu ke- i

N = Jumlah total individu

Kriteria nilai indeks keanekaragaman jenis berdasarkan Shannon-Wiener adalah sebagai berikut :

Nilai $H \leq 1,5$: Keanekaragaman rendah

Nilai $H > 1,5 - 3,5$: Keanekaragaman sedang

Nilai $H > 3,5$: Keanekaragaman tinggi

Indeks Kemerataan Jenis

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

S = Jumlah jenis yang ditemukan (kekayaan jenis)

D. 3. Indeks kesamaan jenis antar habitat (Indeks Sorensen)

Kelimpahan Relatif dan Frekuensi Relatif

Menurut Fachrul (2012), nilai kelimpahan relatif (KR) dan frekuensi relatif (FR) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KR = \frac{\text{Jumlah individu suatu Jenis}}{\text{Jumlah individu seluruh jenis}} \times 100\%$$

Nilai frekuensi Relatif (FR) ditetapkan menggunakan rumus,

$$FR = \frac{\text{Frekuensi individu suatu jenis}}{\text{Jumlah frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$INP = Kr + Fk \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kupu – kupu

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, komposisi komunitas kupu-kupu di kawasan hutan lindung MAK, terdiri atas 4 suku, 20 marga, 27 jenis, dan 235 individu. Berdasarkan suku, suku *Nymphalidae* merupakan suku yang banyak ditemukan. Hasil ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan beberapa penelitian kupu-kupu seperti: Ruslan dkk (2014), Rahayu dan Basukriadi (2012) dan Peggie dan Amir (2006), yang mendapatkan suku *Nymphalidae* lebih tinggi. Hal ini disebabkan suku *Nymphalidae* merupakan salah satu sukuterbesar jumlahnya di dalam bangsa *Lepidoptera* (Triplehorn & Johnson 2005). Banyaknya jumlah jenis suku ini, disebabkan juga oleh tersedianya banyak jenis tumbuhan sebagai makanan larvanya misalnya *Acanthaceae* (*Avicenia* sp, *Asystacia intrusa*, *Ruellia tuberosa*), *Amaranthaceae* (*Alternanthera ficoidea*) *Asteraceae* (*Synedrella nodiflora*, *Melanthera biflora*, *Micania micranta*), *Poaceae* (*Imperata cylindrica*, *Elusin indica*) *Vitaceae* (*Cissus trifoliolatus*), dan lain-lain. sedangkan suku *Lycaenidae* didapatkan dengan jumlah jenis yang sedikit, hal ini disebabkan oleh ukuran yang kecil sehingga sulit untuk ditangkap.

Keanekaragaman Kupu-kupu

Nilai indeks keanekaragaman, secara keseluruhan yang didapat di kawasan hutan lindung sebesar 2.76. Berdasarkan klasifikasi (Magguran, 1988).Nilai indeks keanekaragaman tergolong sedang.

Dari hasil yang didapat, kawasan hutan lindung Muara Angke menunjukkan pemerataan mendekati 1, artinya pemerataan jenis kupu-kupu di kedua habitat dan secara keseluruhan hampir merata. Fachrul (2012) menerangkan bahwa nilai indeks pemerataan jenis berkisar antara nol sampai satu. Jika nilai indeks pemerataan mendekati satu menunjukkan bahwa jenis yang terdapat dalam suatu komunitas semakin rata, sedangkan jika nilai indeks mendekati nol menunjukkan adanya ketidakmerataan jenis pada suatu komunitas.

Kelimpahan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR) dan Indeks Nilai Penting (INP)

Kelimpahan kupu-kupu di kawasan MAK bervariasi. INP yang tinggi didapat di seluruh kawasan adalah jenis *Delias hyparete* (22.92%), *Eurema*

hecabe (21.22%), dan *Danaus genutia* (20.79%). *Delias hyparete* didapatkan tinggi, hal ini dapat disebabkan oleh adanya tumbuhan pakan dan inang yang banyak terdapat, pada habitat tersebut seperti *Muntingia carabula*, *Morinda citrifolia* dan *Bidens pilosa*. *Eurema hecabe* merupakan kupu-kupu yang bersifat kosmopolit dan banyak ditemukan karena sumber pakan dan inang ada pada kedua habitat seperti: *Mimosa pudica*, *Neptunia plana*, *Asystasia intusa* dan *Imperata cylindrical*. *Danaus genutia*, merupakan kupu-kupu spesifik bakau (Kirton, 2014). Pada habitat banyak tumbuhan bakau seperti: *Rhizophora* sp, *Avicenia* sp, *Sonnerata caseolaris*, *Bruguera* sp dan *Cissus trifoliolatus*

Interaksi kupu-kupu terhadap tumbuhan

Interaksi kupu-kupu dengan tumbuhan dapat berupa, mengambil pakan yang berupa nektar pada bunga, bertenger dan meletakkan telur pada tanaman inang. Pada pengamatan yang telah dilakukan, terdapat interaksi antara kupu-kupu dengan tumbuhan di kawasan hutan lindung Muara Angke. Seperti menghisap nektar, bertenger, meletakkan telur, dan kawin (mating) (gambar lampiran 1).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan: Secara keseluruhan kupu-kupu di kawasan Hutan Lindung MAK, Jakarta Utara, ditemukan 235 individu yang terdiri dari 4 suku, 19 marga, dan 27 jenis. Kupu-kupu suku Nymphalidae banyak ditemukan, sedangkan suku Lycaenidae sedikit ditemukan. Nilai indeks keanekaragaman tergolong sedang. Nilai indeks kemerataan tergolong tinggi. INP yang tinggi didapat di seluruh kawasan yaitu: jenis *Delias hyparete*, *Eurema hecabe*, dan *Danaus genutia*. Interaksi kupu-kupu dengan tumbuhan dapat berupa, mengambil pakan yang berupa nektar pada bunga, bertenger dan meletakkan telur pada tanaman inang

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Busnia. 2006. *Entomologi*. Andalas University Press. Padang. Sampling Bioekologi. PT. Bumi Akasara, Jakarta. 2012.
- [2] Dewenter, I.S And Tscharnthe, T. 2000. Butterfly community in fragmented Habitat s" Ecology letters, 3. 449-456.
- [3] Fachrul, M.F. Metoda Sampling Bioekologi. PT. Bumi Akasara, Jakarta. 2012.
- [4] Kirton L. 2014. *A Naturalist's Guide To The Butterflies Of Penninsular Malaysia, Singapore and Thailand*
- [5] Magurran AE. Ecological Diversity and Its Measurement. Croom Helm Limited. London. 1988.
- [6] Neo, Steven SH. 2001. *A Guide To Common Butterflies Of Singapore*. Singapore Science Centre. Singapore.
- [7] Odum EP. Fundamentals of Ecology. Third Ed WB Saunders Company Philadelphia. 1993.

- [8] Peggie D, Amir M. *Practical Guide to the Butterflies of Bogor Botanical Garden - Panduan Praktis Kupu-kupu di Kebun Raya Bogor*. Bidang zoologi, pusat penelitian biologi, LIPI Cibinong dan Nagao Natural Environment Foundation, Tokyo. 2006.
- [9] Peggie D. 2014. Mengenal Kupu-Kupu. Panduan Aksara Publishing.
- [10] Rahmadetiassani A. 2013. Komunitas Kupu-Kupu di Ruang Terbuka Hijau (RTH) DKI Jakarta. Skripsi Sarjana Sains. Fakultas Biologi. Universitas Nasional. Jakarta
- [11] Rusliansyah E. 2005. Kajian Peluang Pelibatan Masyarakat Dalam Pengembangan Hutan Kota Serengseng Jakarta Barat. Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- [12] Ruslan H, Tobing, SI. dan Andayaningsih D. 2014. Biodiversitas kupu-kupu (Lepidoptera : Papilionoidea) di Hutan Kota Jakarta. Laporan penelitian fundamental Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan , Jakarta
- [13] Santoso, N. 2002. Prospek pengelolaan hutan mangrove Muara Angke sebagai lokasi pendidikan lingkungan di DKI Jakarta. Dalam: Susanti, P. (ed.). Konservasi dan Rehabilitasi sebagai Upaya Pelestarian Ekosistem Mangrove DKI Jakarta, Prosiding Seminar Mangrove DKI Jakarta. Jakarta, 21 Oktober 2002.
- [14] Severns PM. 2008. Seeding population size and microhabitat association in *Lupinus oreganus* a threatened plant of Western Oregon Grasslands. Native Plants 3 : 358-364.
- [15] Shalihah A, Pamula G, Cindy R, Rizkawati V, dan Anwar IZ. 2012. Kupu-kupu di Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- [16] Triplehorn CA, Johnson NF. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Ed ke-7. Belmont: Thomson Brooks/Cole.
- [17] Utami , EN. 2012. Komunitas Kupu-Kupu (Ordo Lepidoptera : Papilionoidea) Di Kampus Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat. Skripsi Sarjana Sains. Fakultas Biologi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [18] Whalley 1992. Eyewitness guide of butterflies and moth. Dorling Kindersley. London. 63 hlm

KEANEKARAGAMAN SERANGGA LEPIDOPTERA DAN PARASITOIDNYA PADA KOMPLEKSITAS LANSKAP PERTANIAN YANG BERBEDA

Evawaty S. Ulina^{1*}, Damayanti Buchori¹, Sjafrida Manuwoto¹, Pudjianto¹ dan Akhmad Rizali²

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

*email korespondensi: ev_ulina@yahoo.com

²Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang 65145

Abstrak

Intensifikasi pertanian pada skala lokal maupun lanskap menyebabkan perubahan kompleksitas lanskap pertanian sehingga mengancam keanekaragaman dan kelimpahan serangga berguna seperti parasitoid, predator dan penyerbuk. Untuk mendapatkan informasi tentang pengaruh kompleksitas lanskap terhadap serangga Lepidoptera dan parasitoidnya dilakukan penelitian pada dua tipe lanskap. Serangga Lepidoptera dikoleksi dengan metode koleksi intensif pada jalur transek sepanjang 60 m, dipelihara dan diamati parasitoid yang muncul. Analisis data dilakukan dengan generalized linear model dan analysis of similarity. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan enam spesies hama Lepidoptera yang berasosiasi dengan tanaman mentimun, namun hanya tiga spesies yang terparasit yaitu Diaphania indica, Spodoptera litura dan Chrysodeixis chalcites. Parasitoid yang berasosiasi dengan D. indica terdiri atas 13 parasitoid, sedangkan pada Spodoptera litura ditemukan 2 parasitoid dan pada Chrysodeixis chalcites ditemukan 5 parasitoid. Berdasarkan tipe lanskap, keanekaragaman dan kelimpahan spesies Lepidoptera dan parasitoidnya baik pada lanskap sederhana maupun kompleks tidak menunjukkan perbedaan. Hasil analisis NMDS menunjukkan bahwa perbedaan tipe lanskap mempengaruhi keanekaragaman parasitoid ($R = 0,1975$, $P = 0,045$). Di samping itu, laju parasitisme parasitoid pada larva D. indica juga dipengaruhi oleh perbedaan tipe lanskap ($F_{(1,14)} = 8,383$; $P = 0,0117$). Hal ini menunjukkan bahwa komposisi spesies parasitoid pada suatu lanskap sangat menentukan kesuksesan pengendalian hayati.

Kata kunci: Lepidoptera, parasitoid, lanskap pertanian, lanskap kompleks dan lanskap sederhana

KEANEKARAGAMAN KUPU-KUPU (LEPIDOPTERA) PADA HUTAN KEMIRI TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG BULUSARAUNG

Indra A.S.L.P.Putri¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup Kehutanan Makassar
Jln Perintis Kemerdekaan Km. 16.5, PO. Box. 1560, Makassar, Sulawesi Selatan. Tel.
+62-411-554049, Fax. +62-411-554058
indra.arsulipp@gmail.com

Abstrak

Hutan kemiri merupakan hutan yang telah mengalami perubahan dari hutan alam menjadi areal agroforestri. Di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (TN Babul), hutan ini didominasi oleh tanaman kemiri yang telah berusia tua. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah areal agroforestri kemiri, di dalam kawasan TN Babul, yang telah berusia tua dengan pepohonan yang tinggi dan dikelola secara tradisional, akan memiliki keanekaragaman hayati fauna yang tinggi. Dalam hal ini, kekayaan keanekaragaman hayati difokuskan pada kupu-kupu, karena kupu-kupu merupakan ikon dari TN Babul. Pengumpulan data kupu-kupu dilakukan dengan menggunakan metode pollard walk transek. Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai indeks keanekaragaman hayati Shannon-Weinner, indeks kemerataan Pielou dan indeks dominansi Simpson. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa meskipun tidak sekaya hutan alam, namun hutan kemiri menjadi habitat bagi cukup banyak spesies kupu-kupu. Selama penelitian dapat dijumpai 42 spesies kupu-kupu dengan nilai indeks keanekaragaman hayati Shannon-Weinner yang tergolong tinggi, indeks kemerataan yang memperlihatkan bahwa spesies tersebar secara merata dan nilai indeks dominansi yang memperlihatkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi. Meskipun tidak sebaik hutan alam, hutan kemiri yang telah tua, yang memiliki berbagai jenis tumbuhan lain selain kemiri, mampu menjadi habitat bagi berbagai spesies kupu-kupu.

Kata kunci: Kupu-kupu, hutan kemiri, Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung

1. PENDAHULUAN

Peran agroforestry bagi konservasi keanekaragaman hayati hingga saat ini masih menjadi perdebatan. Beberapa penelitian memperlihatkan kawasan hutan masih menjadi habitat yang lebih baik bagi hidupan liar dibanding areal agroforestry (Perfecto et al, 2003). Areal agroforestry hanya mampu mempertahankan kekayaan keanekaragaman hayati tertentu saja dan bukan seluruh species hidupan liar (Lawton et al 1998; Beck et al 2002; Beukema et al 2007). Agroforestry terutama berdampak negatif bagi species endemik, langka maupun species yang bergantung pada hutan (O'Dea dan Whittaker 2007; Harvey dan Villalobos 2007; Bos et al 2007). Namun ada juga yang berpendapat bahwa areal agroforestry dapat menjadi habitat yang baik bagi beragam hidupan liar, misalnya Schroth et al (2004a, b) yang menyatakan bahwa areal agroforestry dapat memiliki struktur yang kompleks. Bahkan Perfecto et al 1996; Rice dan Greenberg 2000; Schroth et al 2004a, b; Somarriba et al 2004, menyatakan bahwa pada areal agroforestry dapat dijumpai kekayaan flora yang tinggi dan mendekati kondisi yang dijumpai di kawasan hutan, serta menjadi habitat bagi beragam satwa liar.

Hutan kemiri di Taman Nasional Bantimurung Bulusarang merupakan bentuk agroforestry yang dikelola turun temurun secara tradisional, khas masyarakat sekitar kawasan hutan (Suprayitno et al 2012). Umumnya kebun kemiri tersebut dahulu dibangun dengan membuka kawasan hutan, kemudian menanaminya dengan jenis pepohonan yang bernilai ekonomi, misalnya kemiri, sebagai bentuk klaim kepemilikan lahan. Saat ini usia rata-rata kebun kemiri telah lumayan tua, bahkan banyak yang usia pohonnya diatas 70 tahun, dan kondisinya telah menyerupai hutan, dengan tinggi pohon rata-rata diatas 30 m.

Stefan-Dewenter et al (2007) dan Bos et al (2007), yang menyatakan bahwa areal agroforestry yang dikelola secara tidak intensif dan tradisional akan memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang tinggi. Demikian halnya dengan areal agroforestry yang masih memiliki banyak pepohonan hutan atau pepohonan asli setempat, dengan ukuran yang tinggi atau memiliki tutupan kanopi pohon yang besar juga akan memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang tinggi (Bos et al 2007). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah areal agroforestri kemiri, di dalam kawasan TN Babul, yang telah berusia tua dengan pepohonan yang tinggi dan dikelola secara tradisional, akan memiliki keanekaragaman hayati fauna yang tinggi. Dalam hal ini, kekayaan keanekaragaman hayati difokuskan pada kupu-kupu. Dipilihnya kupu-kupu sebagai indikator kekayaan keanekaragaman hayati pada hutan kemiri dilakukan karena kupu-kupu memegang peranan yang sangat penting bagi TN Babul, yang terlihat dari dimanfaatkannya kupu-kupu sebagai ikon (gatra.com, 2012; Handayani, 2011), *flagship species* (tn-babul.org, 2011; ekowisata.org, 2012), *focal species* (Handayani, 2011), species prioritas utama (Shagir, 2013), daya tarik wisata, utamanya dalam rangka promosi wisata (wikipedia.org, 2013), bahkan mencantumkan kalimat klaim sebagai “the kingdom of butterfly” (tn-babul.org, 2010). Selain itu, kupu-kupu dapat digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan (Settele et al 2008; Joshi et al 2009; Nordqvist 2009; Bonebrake et al 2010) dan kupu-kupu tergolong serangga yang secara taksonomi dan ekologi telah dikenal luas (Thomas, 2005).

2. METODE PENELITIAN

2.1. BAHAN DAN PERALATAN

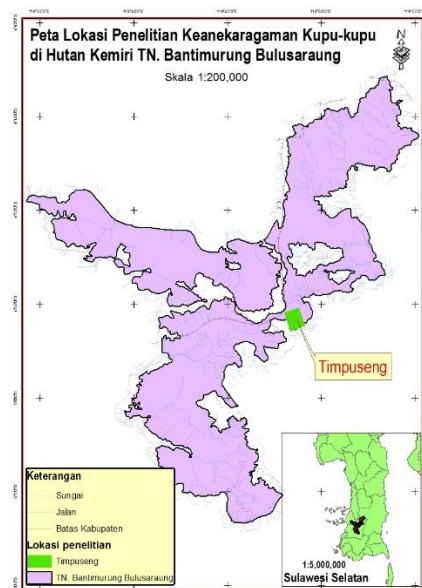
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 80%, kertas label, styrofoam, amplop papilot. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaring kupu-kupu (*sweepnet*), jarum suntik 5 ml, jarum pentul, pinset, kamper, buku identifikasi, kamera, kotak koleksi, *tally sheet* dan alat tulis.

2.2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di hutan kemiri yang terletak di Dusun Bu’rung Desa Timpuseng Kecamatan Camba Kabupaten Maros Propinsi Sulawesi Selatan. Pengumpulan data populasi dan keanekaragaman jenis kupu-kupu menggunakan metode *Pollard Walk Transect* (Pollard et al 1975; Pellet 2007; Nowicki et al, 2008; van Swaay et al, 2008). Pengamatan kupu-kupu dilakukan oleh dua orang pengamat. Salah seorang pengamat melakukan pengenalan jenis terhadap kupu-kupu yang dijumpai dan menghitung jumlah individu dari setiap jenis tersebut. Pengamat yang lain melakukan pencatatan jumlah dan jenis kupu-kupu yang dijumpai pada *tally sheet*. Pencatatan jumlah dan jenis kupu-kupu dilakukan terhadap kupu-kupu yang dijumpai pada jarak 5 meter dari kedua sisi transek (2,5

m di sisi kiri dan 2,5 m di sisi kanan, dan ketinggian 5 m) (van Swaay *et al.*, 2008).

Pengamatan kupu-kupu dilakukan melalui empat buah transek masing-masing berukuran panjang 200 meter, yang diletakkan sejajar dengan jarak antar transek 200-300 m. Pengamatan dilakukan pada pagi hari mulai pukul 09.00 hingga pukul 11.00 dan sore hari pada pukul 15.00 hingga pukul 17.00, yang merupakan saat kupu-kupu sedang aktif (Wood & Samways, 1991; Pellet 2007). Pencatatan jumlah dan jenis secara langsung, terutama dilakukan terhadap kupu-kupu yang berukuran besar dan telah diketahui secara pasti nama speciesnya. Untuk kupu-kupu yang belum diketahui secara pasti nama speciesnya, dilakukan penangkapan dengan jaring. Kupu-kupu yang ditangkap dimasukkan ke dalam amplop spesimen (amplop papilot). Setiap amplop hanya berisi satu ekor kupu-kupu. Koleksi kupu-kupu selanjutnya dipisahkan berdasarkan morfo-species di laboratorium Konservasi Sumber Daya Alam, Balai Penelitian Kehutanan Makassar, dan untuk kupu-kupu yang belum dapat dikenali speciesnya, dikirim ke Pusat Penelitian dan Pengembangan Zoologi LIPI untuk identifikasi hingga ke tingkat spesies.



Gambar 1. Lokasi penelitian keanekaragaman kupu-kupu di hutan kemiri TN Babul

2.3. ANALISIS DATA

Analisis data dilakukan dengan menghitung

a. Indeks Keanekaragaman Jenis kupu-kupu.

Untuk mengetahui keanekaragaman jenis kupu-kupu, digunakan rumus Shannon-Wiener (Fachrul 2007), yaitu:

$$\sum H' = -\sum p_i \ln p_i, \text{ dimana } p_i = n_i/N \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: p_i = perbandingan antara jumlah individu spesies ke i dengan jumlah total individu.

Nilai indeks (Brower dan Zar 1998):

$H' \leq 2,30$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong rendah

$2,30 \leq H' \leq 3,30$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong sedang
 $H' \geq 3,30$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong tinggi.

b. Indeks kemerataan jenis Pielou (Indeks Evennes).

Untuk mengetahui merata atau tidaknya pola sebaran spesies, menggunakan rumus (Fachrul 2007):

$$e = \frac{H'}{\ln S} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: e = indeks *evenness* (Indeks Kemerataan)

S = banyaknya jenis flora atau fauna pada suatu tipe habitat.

Nilai indeks (Brower dan Zar 1998):

$e \leq 0,4$ menunjukkan kemerataan jenis tergolong rendah, komunitas tertekan

$0,4 \leq e \leq 0,6$ menunjukkan kemerataan jenis tergolong sedang, komunitas labil

$e \geq 0,6$ menunjukkan kemerataan jenis tergolong tinggi, komunitas stabil

c. Indeks Dominansi Simpson.

Untuk menunjukkan adanya spesies yang mendominasi suatu komunitas, yaitu (Fachrul, 2007):

$$D = \frac{\sum_1^s ni(ni-1)}{N(N-1)} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: D = indeks dominansi

ni = jumlah individu jenis ke – i

N = jumlah total individu

Nilai indeks berkisar antara 0 – 1, dengan $D = 0$ menunjukkan tidak terdapat species yang mendominasi atau struktur komunitas tergolong stabil, sedangkan $D = 1$ menunjukkan terdapat species yang mendominasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. HASIL

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa hutan kemiri di Dusun Ara Desa Timpuseng, kaya akan species kupu-kupu. Selama penelitian dapat dijumpai 42 species kupu-kupu (Lepidoptera) yang berasal dari enam familia. Terdapat tiga jenis kupu-kupu yang memiliki nilai penting tertinggi yaitu *Neptis ida*, *Eurema celebensis* dan *Pseudergolis avesta*. Nilai indeks keanekaragaman hayati Shannon-Weinner kupu-kupu pada lokasi penelitian sebesar 3,576, yang menunjukkan keanekaragaman kupu-kupu di hutan kemiri tergolong tinggi. Nilai indeks dominansi 0,041 yang menunjukkan bahwa pada komunitas kupu-kupu di hutan kemiri Dusun Ara Desa Timpuseng, tidak terdapat species yang mendominasi. Nilai indeks kemerataan 0,724 yang menunjukkan bahwa species dalam komunitas tersebar secara merata. Kupu-kupu yang berasal dari familia Nymphalidae dan Papilionidae merupakan jenis yang mendominasi. Selain itu selama penelitian juga dijumpai kupu-kupu yang berasal dari familia Pieridae, Hesperiidae, Lycaenidae, serta satu species kupu-kupu malam (moth). (Tabel 1).

Tabel 1. Keanekaragaman kupu-kupu di hutan Kemiri Dusun Ara TN Babul

No	Nama latin	Familia	H'	Status endemik	Status lindung
1	<i>Celaenorrhinus asmara</i>	Hesperiidae	0.124	-	
2	<i>Cupitha purreea</i>	Hesperiidae	0.053	-	
3	<i>Erionota thrax</i>	Hesperiidae	0.108	E	
4	<i>Nyctemera trita</i>	Erebidae	0.065	-	
5	<i>Borbo cinnara</i>	Lycaenidae	0.065	-	
6	<i>Bletogona mycalesis</i>	Nymphalidae	0.089	E	
7	<i>Cethosia myrina</i>	Nymphalidae	0.147	E	PP7/99
8	<i>Cupha arias</i>	Nymphalidae	0.053	E	
9	<i>Cyrestis strigata</i>	Nymphalidae	0.099	E	
10	<i>Euploea hewitsonii</i>	Nymphalidae	0.053	E	
11	<i>Euploea westwoodi</i>	Nymphalidae	0.053	E	
12	<i>Ideopsis juvena</i>	Nymphalidae	0.065	E	
13	<i>Ideopsis vitrea</i>	Nymphalidae	0.053	E	
14	<i>Junonia almana</i>	Nymphalidae	0.053	E	
15	<i>Junonia hedonia</i>	Nymphalidae	0.053	E	
16	<i>Lamasia lyncides</i>	Nymphalidae	0.053	E	
17	<i>Lasippa neriphus</i>	Nymphalidae	0.116	E	
18	<i>Lohora decipiens</i>	Nymphalidae	0.089	E	
19	<i>Lohora dinon</i>	Nymphalidae	0.053	E	
20	<i>Lohora unipupillata</i>	Nymphalidae	0.053	E	
21	<i>Neptis celebica</i>	Nymphalidae	0.099	E	
22	<i>Neptis ida</i>	Nymphalidae	0.187	E	
23	<i>Phaedima daria</i>	Nymphalidae	0.099	E	
24	<i>Pseudergolis avesta</i>	Nymphalidae	0.161	E	
25	<i>Tirumala choaspes</i>	Nymphalidae	0.053	E	
26	<i>Vindula erota</i>	Nymphalidae	0.053	E	
27	<i>Graphium agamemnon</i>	Papilionidae	0.108	-	
28	<i>Graphium meyeri</i>	Papilionidae	0.053	E	
29	<i>Graphium milon</i>	Papilionidae	0.089	E	
30	<i>Pachliopta polyphontes</i>	Papilionidae	0.075	E	
31	<i>Papilio ascalaphus</i>	Papilionidae	0.053	E	
32	<i>Papilio fuscus</i>	Papilionidae	0.065	-	
33	<i>Papilio gigon</i>	Papilionidae	0.075	E	
34	<i>Papilio sataspes</i>	Papilionidae	0.075	E	
35	<i>Troides helena</i>	Papilionidae	0.089	E	PST, AppII CITES, PP7/9
36	<i>Troides hypolitus</i>	Papilionidae	0.122	E	PST, AppII CITES, PP7/9
37	<i>Catopsilia pomona</i>	Pieridae	0.116	-	
38	<i>Catopsilia scylla</i>	Pieridae	0.108	-	
39	<i>Cepora celebensis</i>	Pieridae	0.053	E	
40	<i>Eurema celebensis</i>	Pieridae	0.181	E	
41	<i>Hebomoia glaucippe</i>	Pieridae	0.065	E	
42	<i>Paranomia tritaea</i>	Pieridae	0.108	E	
			3.576		

Sebagian besar kupu-kupu yang dijumpai merupakan species endemik (80,95%). Bila melihat pada status lindungnya, maka dua species yang telah tergolong dalam jenis prioritas sangat tinggi untuk konservasi berdasarkan Permenhut 57/2008 (Kementerian Kehutanan, 2008), tiga species telah tergolong dalam jenis dilindungi berdasarkan PP 7/99 (Presiden Republik Indonesia, 1999) serta dua species telah termasuk dalam Appendix II CITES (CITES, 2013).

3.2. PEMBAHASAN

Hutan kemiri di Dusun Ara didominasi oleh pohon kemiri yang telah berusia tua dengan ketinggian diatas 30 meter. Usia yang telah tua menyebabkan pohon kemiri tidak terlalu lebat dan cahaya matahari dapat menembus hingga ke lantai hutan. Kondisi ini memungkinkan hidupnya berbagai species tumbuhan lain dibawah tegakan kemiri. Cukup beranekaragamnya species tumbuhan yang dapat hidup dibawah tegakan kemiri menciptakan variasi habitat atau relung, sehingga pada hutan kemiri dapat dijumpai cukup banyak species kupu-kupu. Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa species kupu-kupu yang dapat dijumpai di hutan kemiri TN Babul tidak hanya berasal dari species pemakan nectar saja, melainkan terdapat species yang memakan buah-buahan jatuh yang telah mulai membusuk, seperti *Lohora* sp dan *Bletogona mycalesis*. Hal ini menunjukkan bahwa hutan kemiri TN Babul tidak hanya menyediakan tumbuhan penghasil bunga, namun juga tumbuhan penghasil buah yang menjadi pakan dari kupu-kupu ini. Namun, jumlah species kupu-kupu pemakan buah yang dijumpai di hutan kemiri TN Babul jauh lebih sedikit dibanding jumlah species kupu-kupu pemakan buah yang dijumpai di hutan sekunder TN Lore Lindu (Veddeler et al 2005), maupun pada hutan primer dan sekunder TN Babul (Noerdjito dan Amir 1991). Kondisi ini dapat disebabkan variasi relung pada hutan kemiri tidak sebanyak pada hutan alam. Faktor lain yang dapat menjadi penyebab kurangnya jumlah species kupu-kupu pemakan buah di hutan kemiri dapat disebabkan karena jumlah species tumbuhan penghasil buah yang hidup di hutan kemiri tidak sebanyak pada hutan alam.

Vegetasi memegang peranan penting dalam pembentukan habitat. Keterbatasan tumbuhan pakan akan menyebabkan keterbatasan relung maupun pakan (Smallidge et al 1997). Pendapat serupa dikemukakan oleh Sharm dan Joshi (2009) yang menyatakan bahwa kompleksitas struktural habitat dan keragaman bentuk vegetasi berkorelasi dengan keragaman species serangga. Keterbatasan relung dan pakan yang terdapat di hutan kemiri, diduga juga menyebabkan jumlah familia kupu-kupu yang dijumpai di hutan kemiri tidak sebanyak jumlah familia kupu-kupu yang dijumpai di hutan alam TN Babul. Pada hutan kemiri hanya dijumpai lima familia kupu-kupu dan satu familia ngengat. Noerdjito dan Amir (1991) dapat menjumpai tujuh familia kupu-kupu pada penelitian yang dilakukan pada berbagai kawasan hutan TN Babul. Selain itu, meskipun nilai indeks keanekaragamannya Shannon-Weinner kupu-kupu pada hutan kemiri tergolong tinggi, namun jumlah species kupu-kupu pada hutan kemiri lebih sedikit dibanding pada hutan alam. Noerdjito dan Amir (1991) menemukan 81 species kupu-kupu pada hutan alam TN Babul, sedangkan Putri (in press) melaporkan bahwa pada areal hutan sekunder yang terbuka di daerah Ammarae, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, dapat dijumpai 109 species kupu-kupu. Bahkan bila dibandingkan dengan jumlah seluruh species kupu-kupu yang dapat dijumpai di seluruh kawasan TN Babul yang mencapai 222 species, maka jumlah species kupu-kupu yang hidup di hutan kemiri tergolong sedikit (tn-babul.org, tanpa tahun). Hal ini menunjukkan bahwa pada hutan alam, meskipun hanya berupa hutan sekunder, namun mampu menyediakan variasi habitat dan pakan yang lebih banyak dibanding hutan kemiri, sehingga hutan alam masih menjadi habitat yang lebih baik bagi kupu-kupu dibandingkan hutan kemiri.

Keterbatasan variasi habitat dan tumbuhan penghasil pakan juga diduga menjadi penyebab dari terbatasnya jumlah species endemik yang dijumpai hidup di hutan kemiri dibanding pada hutan alam. Hill et al (1995); Spitzer et al (1997)

menyatakan bahwa species endemik sangat rentan terhadap gangguan habitat. Hal ini terlihat dari hasil penelitian yang memperlihatkan bahwa persentase species endemik yang dijumpai di hutan kemiri jauh lebih besar dibanding species non endemik (yang menunjukkan bahwa tingkat gangguan pada hutan kemiri yang telah tua dan dikelola secara tradisional sebenarnya tergolong kurang), namun sayangnya jumlah species endemik tersebut masih jauh lebih sedikit dibanding jumlah species endemik yang dijumpai di hutan alam TN Babul.

4. KESIMPULAN

Walaupun jumlah species kupu-kupu yang dijumpai di hutan kemiri tidak sebanyak jumlah species yang dijumpai di hutan alam, namun keanekaragaman kupu-kupu serta cukup banyaknya species endemik yang hidup di hutan tersebut, menunjukkan bahwa hutan kemiri dapat menjadi habitat bagi kupu-kupu.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Kepala Balai Penelitian Kehutanan Makassar dan anggota tim peneliti (M.Azis Rakhman, Mursidin, Fajri Ansari, Bayu W. Broto), juga kepada Bapak Kepala Balai Taman Nasional Babul dan staf (Pado) atas bantuan dan kerjasamanya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Beck J, Schulze CH, Linsenmair KE, Fiedler K (2002) From forest to farmland: diversity of geometrid moths along two habitat gradients on Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 18:33-51.
- [2] Beukema H, Danielsen F, Vincent G, Hardiwinoto S, van Andel J (2007) Plant and bird diversity in rubber agroforest in the lowlands of Sumatra, Indonesia. *Agroforestry Systems* 70(3): 217-242.
- [3] Bonebrake TC, Ponisio LC, Boggs CL, Ehrlich PR (2010) More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143: 1831-1841.
- [4] Bos MM, Steffan-Dewenter I, Tschardt T (2007) The contribution of cacao agroforest to the conservation of lower canopy ant and beetle diversity in Indonesia. *Biodiversity and Conservation*. Springer Science+Business Media B.V.
- [5] Brower JE, Zar JH (1998) *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M.C. Brown Company Publishers Bubuque, IOWA.
- [6] CITES (2013). *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora Appendices I, II and III*. <https://cites.org/eng/app/2013/E-Appendices-2013-06-12.pdf>. Akses 14 Agustus 2015.

- [7] ekowisata.org (2012) Menilik dari Dekat Persiapan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung Menuju Penangkar Kupu-kupu Terbesar di Indonesia. http://www.tnbabul.org/index.php?option=com_content&view=article&id=455:menilik-dari-dekat-persiapan-taman-nasional-bantimurung-bulusaraung-menuju-penangkar-kupu-kupu-terbesar-di-indonesia&catid=49:artikel. Akses 14 Agustus 2015.
- [8] Fachrul MF (2007) Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- [9] Gatra.com (2012) Turis Jepang Kepincut Kupu-kupu Bantimurung. <http://www.gatra.com/budaya-1/wisata/10900-turis-jepang-kepincut-kupu-kupu-bantimurung.html>. Akses 14 Agustus 2015.
- [10] Handayani SA (2011) Taman Nasional Bantimurung “The Kingdom of Butterfly?”. http://www.tnbabul.org/index.php?option=com_content&view=article&id=311%3Ataman-nasional-bantimurung-bulusaraung-the-kingdom-of-butterfly-&catid=49%3Aartikel&Itemid=195. Akses 14 Agustus 2015.
- [11] Harvey CA, Villalobos JAG (2007) Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of terrestrial birds and bats. *Biodiversity and Conservation*. Springer Science+Business Media B.V.
- [12] Hill J K, Hamer K C, Lace L A, Banham W M T (1995) Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Bum, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 32: 754-760.
- [13] Joshi BD, Tripathi PM, Joshi PC (2009) Biodiversity and Environmental Management. SB nangia for APH Publishing Corporation. New Delhi, India.
- [14] Lawton, JH, Bignell DE, Bolton B, Bloemers GE, Eggleton P, Hammond PM, Hodda M, Holt RD, Larsen TB, Mawdsley NA, Stork NE, Srivastava DS, Watt AD (1998) Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391:72-76.
- [15] Menteri Kehutanan (2008) Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P57/Menhut-II/2008 tentang Arahan strategis konservasi spesies nasional 2008-2016.
- [16] Noerdjito WA, Amir M (1991) Jejayaan kupu-kupu di Cagar Alam Bantimurung dan sekitarnya. Prosiding Seminar Hasil-hasil Litbang SDH 6 Mei 1992.
- [17] Nordqvist E (2009) Butterflies as Indicators of Forest Quality in Miombo Woodlands, Tanzania. Upsala Universitet, Sweden.

- [18]Nowicki P, Settele J, Henry P, Woyciechowski M (2008) Butterfly monitoring methods: The ideal and the real world. *Israel Journal of Ecology and Evolution* 54: 69–88.
- [19]O’Dea N, Whittaker RJ (2007) How resilient are Andean montane forest bird communities to habitat degradation? *Biodiversity and Conservation* 16(4): 1131-1159.
- [20]Pellet J (2007) Seasonal variation in detectability of butterflies surveyed with Pollard walks. *Journal of Insect Conservation* 12:155–162. Springer.
- [21]Perfecto I, Rice R, Greenberg R, Van der Voorst ME (1996) Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46(8):598–608.
- [22]Perfecto I, Mas A, Dietsch T, Vanderneer J (2003) Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 12: 1239-1252.
- [23]Pollard E, Elias DO, Skelton MJ, Thomas J.A (1975) A method for assessing the abundance of butterflies in Monks Wood National Nature Reserve in 1973. *Entomologist’s Gazette* 26: 79-88.
- [24]Presiden Republik Indonesia (1999) Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa.
- [25]Rice A, Greenberg R (2000) Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *AMBIO* 29(3):167–173.
- [26]Smallidge PJ, Leopold D (1997) Vegetation management for the maintenance and conservation of butterfly habitats in the temperate human-dominated landscapes. *Landscape and Urban Planning* 38L 259-280.
- [27]Settele J, Kudrna O, Harpke A, Kuhn I, van Swaay C, Verovnik R, Warren M, Wiemers M, Hanspach J, Hickler T, Kuhn E, van Halder I, Veling K, Vliegenthart A, Wynhoff I, Schweiger O (2008) Climatic risk Atlas of European Butterflies. *BioRisk* 1:1–710.
- [28]Shagir K (2013) Species Prioritas Utama TN. Bantimurung Bulusaraung. http://www.tnbabul.org/index.php?option=com_content&view=article&id=515%3Apecies-prioritas-utama-tn-bantimurungbulusaraung&catid=49%3Aartikel&Itemid=195. Akses 14 Agustus 2015.
- [29]Sharm G, Joshi PC (2009) Diversity of Butterflies (Lepidoptera: Insecta) from Dholbaha dam (Distt. Hoshiarpur) in Punjab Shivalik, India. *Biological Forum-An International Journal*, 1. 11-14.

- [30]Schroth G, Fonseca GAB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac AMN (2004a) Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Island Press, Washington, DC.
- [31]Schroth G, Harvey C, Vincent G (2004b) Complex agroforests: their structure, diversity, and potential role in landscape conservation. In: Schroth G, da Fonseca GAB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac AMN (eds) Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Island Press, Washington, DC, pp 227–260.
- [32]Spitzer K, JarOs J, Havelka J, Lepš J (1997) Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an Indochinese montane rainforest. *Biological Conservation* 80: 9-15.
- [33]Steffan-Dewentera I, Kessler M, Barkmann J, Bosa MM, Buchori D, Erasmi S, Faust H, Gerold G, Glenke K, Gradstein SR, Guhardja E, Hartevelde M, Herteld D, Hohn P, Kappas M, Kohler S, Leuschner C, Maertens M, Marggrafe R, Migge-Kleian S, Mogeia J, Pitopang R, Schaefer M, Schwarze S, Sporn SG, Steingrebe A, Tjitrosoedirdjo SS, Tjitrosoemito S, Twele A, Weber R, Woltmann L, Zeller M, Tschardt T (2007) Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *PNAS* 104(12): 4973-4978.
- [34]Somarriba E, Harvey CA, Samper M, Anthony F, Gonzales J, Staver C, Rice RA (2013) Biodiversity conservation in Neotropical Coffee (*Coffea Arabica*) plantations. In: Schroth G, da Fonseca AB, Harvey CA, Gaston C, Vasconcelas HL, Izac AN (eds) Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. Island Press. Washington. p 575.
- [35]Suprayitno AS, Gani DS, Sugihen BG (2012) Motivasi dan partisipasi petani dalam pengelolaan hutan kemiri di Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Penyuluhan* 8 (2): 184-199.
- [36]Thomas JA (2005) Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 339–357.
- [37]tn-babul.org (tanpa tahun) Kupu-kupu. http://www.tn-babul.org/index.php?option=com_content&view=article&id=538&Itemid=223. Akses tanggal 15 Maret 2016.
- [38] tn-babul.org (2011) Bantimurung Bulusaraung National Park. The Kingdom of Butterfly. <https://beautifulnationalparkindonesia.wordpress.com/2011/11/23/bantimurung-bulusaraung-national-park-the-kingdom-of-butterfly/>. Akses 14 Agustus 2015.

- [39]Van Swaay CAM, Nowicki P, Settel J, van Strien AJ (2008) Butterfly monitoring in Europe: Methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation* 17:3455–3469. Springer.
- [40]Veddeler D, Schulze CH, Steffan-Dewenter I, Buchori D, Tschardt T (2005) The contribution of tropical secondary forest fragments to the conservation of fruit-feeding butterflies: Effects of isolation and age. *Biodiversity and Conservation* 14: 3577-3592.
- [41]wikipedia.org (2013) *Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung*. https://id.wikipedia.org/wiki/Taman_Nasional_Bantimurung_Bulusaraung. Akses 14 Agustus 2015.
- [42]Wood PA, Samways MJ (1991) Landscape element pattern and continuity of butterfly flight paths in an ecologically landscape botanic garden, Natal, South Africa. *Biological Conservation* 58: 149 – 166.

KERAGAMAN RAYAP PADA PERTANAMAN JATI (*Tectona Grandis* L.)

Astuti Arif¹

¹ Jurusan Kehutanan, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan
email: astuti_arif@yahoo.com

Abstrak

Rayap memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan siklus hara dalam ekosistem, dengan cara menguraikan bahan organik. Organisme ini dapat ditemukan dalam beragam tipe ekosistem. Studi ini bertujuan untuk mengetahui keragaman rayap yang ditemukan pada pertanaman jati (*Tectona grandis* L.) di Kampus Universitas Hasanuddin. Pengumpulan spesimen rayap menggunakan metode Transect Sampling Protocol (Jones, 2005), dengan ukuran 100 m x 2 m, yang kemudian dibagi menjadi 20 bagian (5 x 2 m). Untuk penentuan jenis dilakukan pengamatan morfologi dan morfometri dari rayap prajurit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rayap yang ditemukan di bawah tegakan jati adalah *Odontotermes* sp., *Nasutitermes* sp., *Pericapritermes* sp. dan *Microcerotermes* sp. Kekayaan rayap yang dinyatakan sebagai perjumpaan rayap dalam transek tertinggi ditemukan *Odontotermes* sp. dan terendah pada *Microcerotermes* sp.

Kata Kunci: Rayap (Isoptera), pertanaman Jati (*Tectona grandis* L.), keragaman

1. PENDAHULUAN

Rayap (Blattodea: Isoptera) merupakan organisme tanah yang melimpah dan tersebar di daerah tropis dan subtropis (Su dan Scheffrahn, 2000), yang dapat dengan mudah ditemui pada berbagai tipe habitat mulai dari savana (Aidara *et al.*, 2010; Dawes, 2010) sampai hutan hujan (Jones and Prasetyo, 2002); Ackerman *et al.*, 2009). Organisme ini memiliki peranan yang sangat penting dalam memodifikasi sifat fisik kimia tanah dengan cara mendekomposisi bahan organik yang ada di sekitarnya, yang dikenal juga sebagai *ecosystem engineer* (Pardeshi and Prusty, 2010).

Penyebaran rayap yang cukup luas, mulai dari daerah tropis sampai daerah subtropik memungkinkannya memiliki keanekaragaman spesies yang cukup tinggi. Data yang dikemukakan oleh Evans *et al.* (2013) menunjukkan jumlah rayap di dunia yang telah dideskripsikan mencapai 2.750 spesies, yang tercakup dalam 281 genera dan 7 familia, yaitu Mastotermitidae, Hodotermitidae, Termopsidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae dan Termitidae. Namun, keragaman rayap telah bertambah sebagaimana data terbaru yang dikutip dari Krishna *et al.* (2013) yaitu sebanyak 3.106 jenis rayap yang teridentifikasi dan tersebar seluruh dunia; dan tercakup dalam 9 (sembilan) familia dan 282 genera (Beccaloni and Eggleton, 2013), yaitu Mastotermitidae, Archotermopsidae, Hodotermitidae, Stolotermitidae, Kalotermitidae, Stylotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, dan Termitidae.

Keragaman spesies rayap adalah jumlah spesies per satuan luas dalam suatu transek standar. Kelimpahan absolut tidak langsung didefinisikan sebagai jumlah pertemuan untuk masing-masing spesies dalam satu transek. Setiap pertemuan merupakan kejadian dari populasi rayap dari satu spesies pada satu titik penggalian (Davies *et al.*, 2003). Pada dasarnya, kelimpahan rayap dipengaruhi oleh banyak faktor. Kelimpahan relatif rayap menurun akibat penggunaan lahan (Jones *et al.*, 2003) dan fragmentasi habitat (Davies, 2002). Selain faktor lingkungan seperti perubahan lingkungan (Lima, 2000; Eggleton *et al.*, 2002), pengaruh vegetasi terhadap kelimpahan rayap banyak dipublikasi oleh peneliti seperti asal vegetasi eksotik dan asli (Scheffrahn *et al.*, 2009), tipe habitat (Tracy *et al.*, 1998; Korb dan Linsenmair, 2001) dan perbedaan tegakan pohon (Wang dan Powell, 2001).

Adanya perbedaan jenis vegetasi yang mendominasi suatu habitat ataupun lanskap dapat memengaruhi keragaman suatu spesies serangga, termasuk spesies rayap. Studi yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman jenis rayap yang ada di bawah tegakan pertanaman jati, khususnya jati yang berasal dari rekayasa genetik.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental eksploratif, yang dilaksanakan Februari 2015. Lokasi pengambilan dan pengumpulan sampel serta pendataan habitat rayap dilakukan di Pertanaman Jati (*Tectona grandis* L.) yang berada di kawasan Kampus Universitas Hasanuddin dengan posisi geografis 5°08'05.3" Lintang Selatan dan 119°29'25.1" Bujur Timur. Pengukuran karakter morfologi rayap prajurit untuk penentuan spesies dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar.

Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

Objek yang diteliti adalah populasi rayap yang terdapat pada pertanaman jati. Pengumpulan dan koleksi spesimen rayap menggunakan *testing a rapid biodiversity assesment protocol* (Jones and Eggleton, 2000). Spesimen yang telah dikumpulkan diupayakan mewakili semua anggota koloni, yaitu reproduksi (larva), pekerja, prajurit dan nimfa dewasa; lalu diawetkan dengan menggunakan EtOH 70% sebelum dilakukan pengamatan morfologi dan pengukuran morfometri.

Transect Sampling Protocol

Pengumpulan, koleksi dan pengawetan sampel serta mikrohabitat rayap dilakukan pada transek berdasarkan *transect sampling protocol* (Jones and Eggleton, 2000). Pada penelitian ini hanya digunakan satu transek karena lokasi pertanaman jati tidak memungkinkan untuk membuat transek yang lebih banyak. Transek yang dibuat berukuran panjang 100 m dan lebar 2 m, kemudian akan dibagi menjadi 20 bagian dengan ukuran masing-masing 5 m x 2 m. Setiap bagian tersebut akan dibantu oleh 10 orang dan disampel selama 30 menit, dengan data mikrohabitat yang dikumpulkan dalam setiap

bagian adalah: (1) Pengambilan sampel dilakukan pada permukaan tanah dengan ukuran 12 cm x 12 cm sampai pada kedalaman 10 cm; (2) Pengambilan sampel juga dilakukan pada akumulasi serasah dan humus pada pangkal pohon dan antara banir/penopang akar, bagian dalam log yang mati, tunggak pohon, cabang dan ranting, tanah dan humus di dalam log dan di bawah log yang lapuk, sarang gunung, *carton sheeting*, tunnel pada vegetasi, sarang arboreal sampai ketinggian 2 m di atas permukaan tanah dari rayap tanah; (3) Pengumpulan dan koleksi rayap sebaiknya mewakili semua kasta yang ada di dalam koloni, dengan prioritas dari kasta prajurit dan pekerja untuk memudahkan identifikasi rayap. Semua rayap yang dikumpulkan dipisahkan, lalu dimasukkan ke dalam botol sampel berisi etanol 70%.

Variabel Pengamatan

Penentuan Spesies

Identifikasi rayap akan dilakukan berdasarkan pada kunci determinasi morfologi prajurit (Takematsu dan Vongkaluang, 2012; Tho, 1999). Untuk membandingkan dan mengidentifikasi spesies rayap maka dilakukan pengukuran terhadap 9 (sembilan) bagian anatomi eksternal rayap prajurit dan tiga nilai indeks yang diadaptasi dari Takematsu and Vongkaluang (2012), yaitu: panjang kepala tanpa mandibel (PKTM), lebar kepala pada dasar mandibel (LDKM), lebar maksimum kepala (LMK), panjang mandibel kiri (PMK), panjang pronotum (PP), lebar maksimum pronotum (LMP), panjang postmentum (PPos), lebar posmentum (LPos), dan jumlah segmen antena (JSA). Pengukuran dilakukan pada 4 (empat) individu per spesies rayap dalam setiap bagian dalam transek. Pengamatan dan pengukuran dilakukan menggunakan stereomikroskop Stemi 2000 dengan phototube camera ERc 5S.

Keragaman Spesies

Keragaman spesies rayap adalah jumlah spesies per satuan luas dalam suatu transek standar. Kelimpahan absolut tidak langsung didefinisikan sebagai jumlah pertemuan untuk masing-masing spesies dalam satu transek. Setiap pertemuan merupakan kejadian dari populasi rayap dari satu spesies pada satu titik penggalan (Davies *et al.*, 2003).

Analisis Data

Data yang dihasilkan dalam penelitian ini dianalisis menggunakan statistika deskriptif. Data pengukuran morfologi dan visualisasi karakteristik khas dari rayap kasta prajurit yang dicocokkan dengan kunci determinasi yang ada untuk menentukan jenis rayap yang ditemukan. Jenis rayap tersebut selanjutnya dideskripsikan dan divisualisasi dalam bentuk gambar. Selain itu, data pengukuran morfologi disajikan nilai rata-rata dan standar deviasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Habitat

Vegetasi yang mendominasi pertanaman jati adalah pohon jati (*Tectona grandis* L.) yang seumur, dengan jarak tanam 3 x 3 meter. Tanaman jati ini memiliki pertumbuhan pohon yang sangat lurus karena anakannya berasal dari hasil rekayasa genetik. Penutupan tajuk rapat, kecuali pada ujung transek di sebelah timur agak terbuka karena tanaman jati kurang tumbuh akibat adanya pohon yang tumbang. Pada transek yang dibuat, juga ditemukan jenis tanaman lain, yaitu pohon mangga (*Mangifera indica* L.) dengan diameter 37 cm. Selain itu, dalam transek juga ditemukan pohon tumbang yang telah mengalami pelapukan. Pada lantai pertanaman jati terdapat banyak ranting-ranting berukuran < 2 cm dan tumpukan serasah daun jati yang tersebar merata permukaan tanah. Keberadaan serasah memungkinkan permukaan tanah senantiasa dalam kondisi lembab.

Keragaman Spesies Rayap

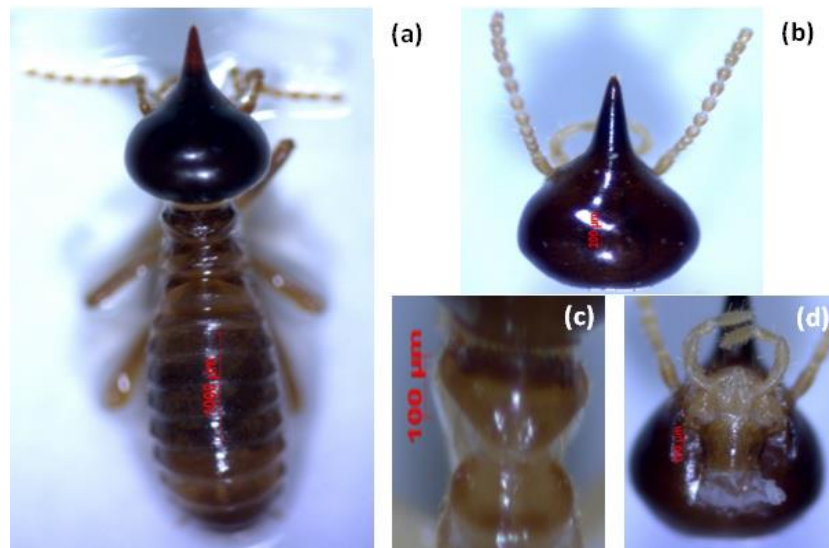
Rayap yang dikoleksi ditemukan pada pertanaman jati berdasarkan pengamatan morfologi dan karakteristik anatomi eksteral khas, serta pengukuran morfometrik bagian kepala rayap prajurit ditemukan 4 (empat) species, yaitu *Nasutitermes* sp., *Odontotermes* sp., *Pericapricatermes* sp., dan *Microcerotermes* sp.

1. *Nasutitermes* sp.

Jenis rayap ini ditemukan pada kayu lapuk, batang pohon mango (*Mangifera indica*) dan batang pohon jati. Deskripsi rayap ini sesuai dengan deskripsi umum dari genus yang sama sebagaimana dikemukakan oleh Tho (1992), meskipun spesies sulit dipastikan Hasil pengamatan dan pengukuran bagian kepala prajurit rayap ini sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.

Diagnosis: Badan dan kepala sangat berpigmentasi, yang terlihat sebagai warna yang gelap, mandibel verstigial, kepala berbentuk nasut, pronotum berbentuk pelana, dan segmen antena 12-13.

Ukuran (mm): 4 prajurit: PKDN 1,52-1,58; LKDM: 0,37-0,56; LMK: 0,98-1,00; PP: 0,20-0,35; LP: 0,49-0,52.



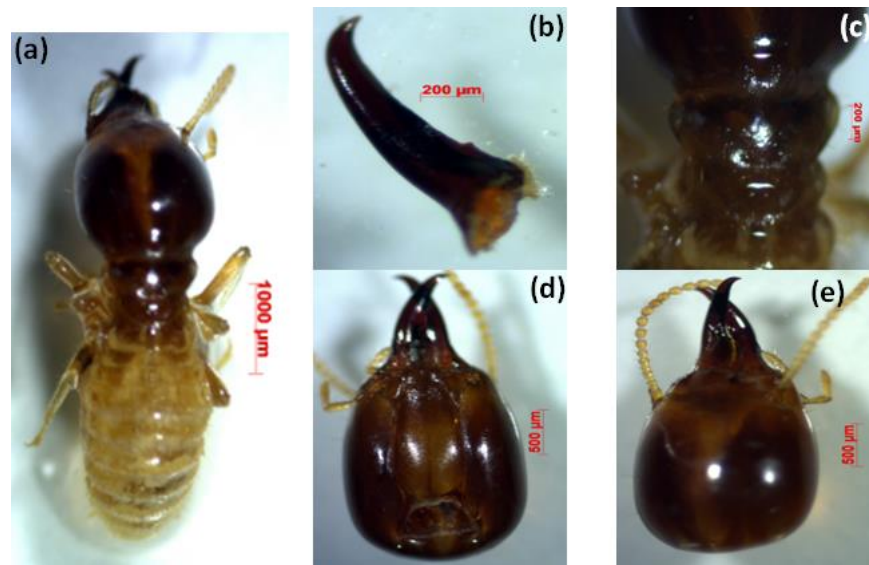
Gambar 1. Morfologi prajurit *Nasutitermes* sp.: (a) bentuk utuh individu prajurit, (b) Bagian kepala, termasuk antena, (c) pronotum, dan postmentum

2. *Odontotermes* sp.

Jenis rayap ini ditemukan pada serasah daun, di bawah permukaan tanah; kayu lapuk, dan batang pohon jati. Deskripsi rayap ini sesuai dengan deskripsi umum dari genus yang sama sebagaimana dikemukakan oleh Sornnuwat dan Vongkaluang (2004) dan Tho (1992). Hasil pengamatan dan pengukuran bagian kepala prajurit rayap ini sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.

Diagnosis: Kepala dan pronotum pada jenis *Odontotermes* sp. memiliki rambut yang panjang, sedangkan postmentum memiliki beberapa rambut panjang. Kepala dan badan terpigmentasi, yang terlihat berwarna gelap. Pronotum berbentuk pelana. Mandibel kiri memiliki gigi marginal yang menonjol. Jumlah segmen antena sebanyak 17.

Ukuran (mm): 4 prajurit: PKTM: 1,99-2,09; LKDM: 0,59-0,88; LMK: 1,55-1,65; PMK: 0,99-1,20; PP: 0,31-0,44; LP: 0,92-1,13; PPos: 1,19-1,27; LPos: 0,62-0,64.



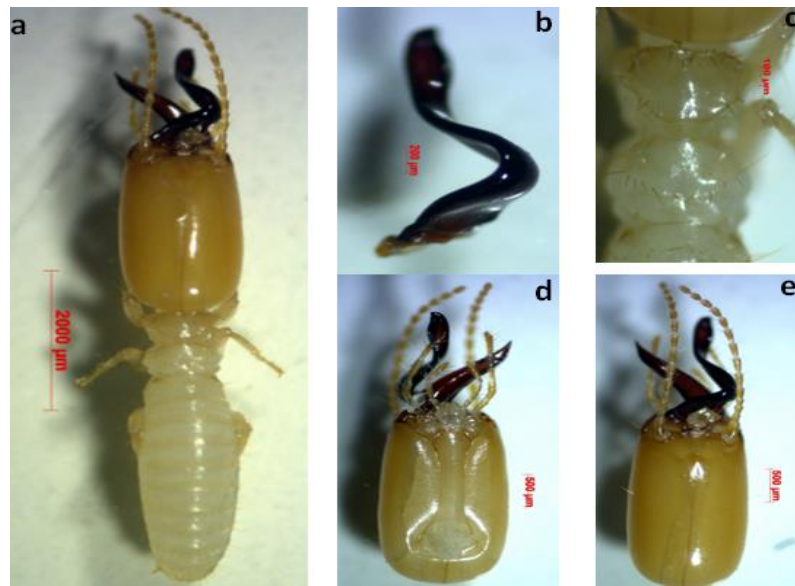
Gambar 2. Morfologi prajurit *Odontotermes* sp.: (a) bentuk utuh individu prajurit, (b) mandibel kiri, (c) pronotum, (d) postmentum, dan (e) bagian kepala dengan antena

3. *Pericapritermes* sp.

Jenis rayap ini ditemukan pada batang pohon jati, serasah daun dan ranting, dan di bawah permukaan tanah. Deskripsi rayap ini sesuai dengan deskripsi umum dari genus yang sama sebagaimana dikemukakan oleh Sornnuwat dan Vongkaluang (2004) dan Tho (1992). Hasil pengamatan dan pengukuran bagian kepala prajurit rayap ini (Gambar 3) dijabarkan sebagai berikut:

Diagnosis: Kapsul kepala berbentuk rectangular, dengan mandibel tidak simetris. Mandibel kiri melengkung dan lebih panjang daripada mandibel kanan. Kepala dan pronotum memiliki rambut panjang tapi jarang, Pronotum berbentuk pelana. Jumlah segmen antena sebanyak 14.

Ukuran (mm): 4 prajurit: PKTM: 1,40-2,34; LKDM: 0,49-1,07; LMK: 0,80-1,37; PMK: 1,67-1,86; PP: 0,26-0,36; LP: 0,67-0,84; PPos: 1,49-1,91; LPos: 0,25-0,40.



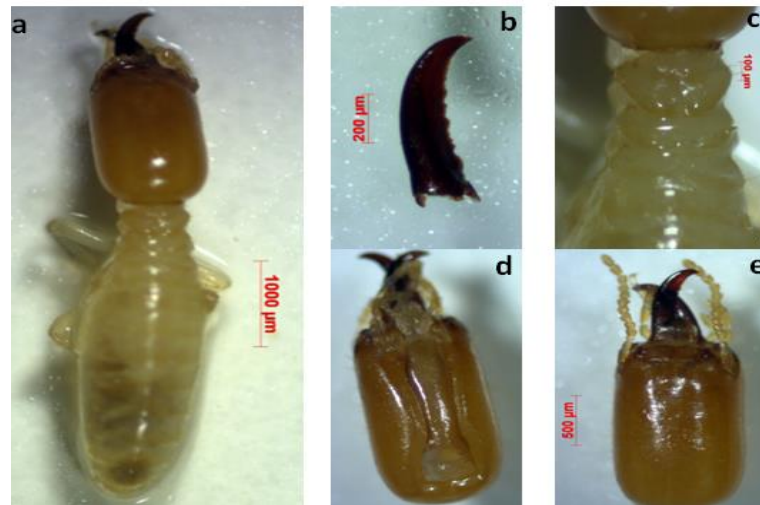
Gambar 3. Morfologi prajurit *Pericapritermes* sp.: (a) bentuk utuh individu prajurit, (b) mandibel kiri, (c) pronotum, (d) postmentum, dan (e) bagian kepala dengan antena

4. *Microcerotermes* sp.

Jenis rayap ini memiliki ukuran yang kecil dan biasanya ditemukan dalam sarang yang terletak di atas pohon atau permukaan tanah. Rayap ini ditemukan pada batang pohon jati, serasah daun, dan di bawah permukaan tanah. Deskripsi rayap ini sesuai dengan deskripsi umum dari genus yang sama sebagaimana dikemukakan oleh Sornnuwat dan Vongkaluang (2004) dan Tho (1992). Hasil pengamatan dan pengukuran bagian kepala prajurit rayap ini (Gambar 4) dijabarkan sebagai berikut:

Diagnosis: Kapsul kepala berbentuk rectangular. Kepala dan pronotum memiliki rambut panjang yang jarang. Pronotum berbentuk pelana. Mandibel bergerigi. Jumlah segmen antena 12-13.

Ukuran (mm): 4 prajurit: PKTM: 1,63-1,64; LKDM: 0,33-0,43; LMK: 0,95-1,01; PMK: 0,70-0,95; PP: 0,31-0,38; LP: 0,60-0,64; PPos: 0,92-0,99; LPos: 0,29-0,32.



Gambar 4. Morfologi prajurit *Microcerotermes* sp.: (a) bentuk utuh individu prajurit, (b) mandibel kiri, (c) pronotum, (d) postmentum, dan (e) bagian kepala dengan antenna

Kelimpahan Spesies Rayap

Kelimpahan spesies rayap dinyatakan dalam kelimpahan absolut tidak langsung yang didefinisikan sebagai jumlah pertemuan untuk masing-masing spesies dalam satu transek. Setiap pertemuan merupakan kejadian dari populasi rayap dari satu spesies pada satu titik penggalian (Davies *et al.*, 2003). Jumlah perjumpaan rayap dalam transek yang dibuat di bawah tegakan jati adalah: *Nasutitermes* sp. sebanyak 5, *Odontotermes* sp. sebanyak 19, *Pericapricatermes* sp. sebanyak 9, dan *Microcerotermes* sp. sebanyak 2.

Pembahasan

Keragaman spesies rayap yang berada di bawah tegakan jati relatif kecil, yaitu hanya 4 spesies (*Nasutitermes* sp., *Odontotermes* sp., *Pericapricatermes* sp. dan *Microcerotermes* sp.). Spesies tersebut tercakup dalam satu famili, yaitu Famili Termitidae (Beccaloni and Eggleton, 2013). Famili ini merupakan kelompok rayap tanah yang memiliki anggota dengan jumlah spesies terbanyak dibandingkan dengan famili lainnya. Di ekosistem teresterial, kelompok rayap ini banyak ditemukan sebagai dekomposer pada daerah-daerah berhutan atau bervegetasi, dengan menguraikan bahan-bahan organik seperti serasah daun dan ranting, kayu lapuk, ataupun humus. Hal ini juga terlihat dari habitat spesifik dimana rayap tersebut dikoleksi pada penelitian ini. Selain itu, rayap ini juga seringkali ditemukan membangun sarang di atas pohon atau di permukaan tanah.

Keragaman jenis rayap yang ditemukan di bawah tegakan jati di Kampus Unhas ini lebih banyak dibandingkan dengan penelitian sejenis yang dilakukan oleh Nurdianti (2015) pada tegakan jati rakyat di Kabupaten Bantaeng, dengan jenis yang ditemukan adalah *Nasutitermes*

sp., *Odontotermes* sp. dan *Microcerotermes* sp. Kedua penelitian ini dilakukan pada waktu yang relatif sama. Perbedaan dari kedua habitat ini adalah banyak serasah yang berada di lantai hutan, yang secara tidak langsung berpengaruh pada kondisi kelembaban tanah. Selain itu, kondisi yang juga turut memengaruhi adalah jumlah vegetasi yang menyusun tegakan. Pada tegakan jati di Kawasan Unhas, pohon jati memiliki jarak tanam yang teratur, sehingga kerapatan tajuk lebih tertutup. Hal ini tentu saja berdampak pada iklim mikro yang terbentuk di bawah tegakan. Sebaliknya, pada pertanaman jati rakyat di Kabupaten Bantaeng, pohon jati ditanam tanpa jarak tanam tertentu atau tidak beraturan, sehingga banyak ditemukan ruang yang cukup lebar dan sinar matahari dapat menembus langsung ke lantai hutan. Perbedaan keragaman rayap di kedua habitat tersebut ditentukan oleh perbedaan kondisi lingkungan khususnya iklim mikro di bawah tegakan, kerapatan individu penyusun tegakan.

Pertanaman jati merupakan habitat yang dominan disusun oleh tanaman sejenis atau monokultur. Pada habitat dengan keragaman spesies tanaman rendah, seperti pertanaman jati, maka keragaman rayap juga akan cenderung menurun. Hal ini juga ditemukan oleh Jones et al (2003) bahwa kekayaan spesies dan kelimpahan relatif spesies rayap menurun dengan pola sebagai berikut: hutan primer > hutan yang telah ditebang secara selektif > 'hutan karet' dewasa (agroforestry yang didominasi pohon karet) > pertanaman karet dewasa > pertanaman *Paraserianthes falcataria* muda > padang rumput *Imperata cylindrica* > kebun singkong. Kekayaan spesies menurun dari 34 spesies pada hutan primer menjadi satu spesies pada kebun singkong.

Kelimpahan spesies rayap yang dinyatakan sebagai jumlah perjumpaan spesies dalam transek dari habitat jati di Kawasan Hutan Pendidikan juga lebih banyak dibandingkan kelimpahan spesies rayap dari habitat jati rakyat di Kabupaten Bantaeng yang diteliti oleh Nurdianti (2015). Kelimpahan terbesar terbesar ditemukan pada *Odontotermes* sp. di kedua habitat tersebut, sedangkan spesies lainnya dijumpai dalam jumlah yang bervariasi. Rayap *Odontotermes* sp. merupakan spesies yang terdapat hampir di semua habitat terestrial, khususnya di hutan hujan tropis, sehingga mudah diperoleh dan dikoleksi. Jenis ini memegang peranan yang sangat penting dalam dekomposisi bahan organik di lantai hutan.

5. KESIMPULAN

1. Keragaman spesies rayap pada pertanaman jati yang didominasi oleh pohon jati sebanyak 4 spesies, yaitu *Nasutitermes* sp., *Odontotermes* sp., *Pericapricatermes* sp. dan *Microcerotermes* sp., yang termasuk dalam famili Termitidae.
2. Perjumpaan spesies rayap terbesar ditemukan pada rayap *Odontotermes* sp., sedangkan yang terendah pada spesies *Microcerotermes* sp.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Ira Nurdianty, S.Hut., M.Si. dan mahasiswa di Minat Deteriorasi dan Perbaikan Sifat Kayu atas bantuannya dalam

pelaksanaan survey di lapangan, terkhusus Giselowati Putri atas bantuannya di laboratorium.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ackerman, I.L., Constantino, R., Gauch, H.G.Jr., Lehmann, J., Riha, S.J., and Fernandes, E.C.M. 2009. Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in Central Amazonia. *Biotropica*, 41(2): 226-233.
- [2] Aidara, D., Konate, S., Dosso, K., and Linsenmair, K.E. 2010. Termite diversity and abundance across fire-induced habitat variability in a tropical moist savanna (Lamto, Central Cote d'Ivoire). *Journal of Tropical Ecology*, 26: 323-334.
- [3] Beccaloni, G. and Eggleton, P. 2013. Order Blattodea. *Zootaxa*, 3703(1): 46-48.
- [4] Davies, R.G., 2002. Feeding group responses of a Neotropical termite assemblage to rain forest fragmentation. *Oecologia*, 133: 233-242
- [5] Davies, R.G., Hernández, L. M., Eggleton, P., Didham, R.K., Fagan, L.L., and Winchester, N.N. 2003. Environmental and spatial influences upon species composition of a termite assemblage across neotropical forest islands. *Journal of Tropical Ecology*, 19(5): 509-524.
- [6] Dawes, T.Z. 2010. Impacts of habitat disturbance on termites and soil water storage in a tropical Australian savanna. *Pedobiologia*, 53(4): 241-246.
- [7] Eggleton, P., Bignell, D.E., Hauser, S., Dibog, L., Norgrove, L. and Madong, B. 2002. Termite diversity across an anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of West Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 90(2): 189-202.
- [8] Evans, T.A., Forschler, B.T., and Grace, J.K. 2013. Biology of invasive termites: a worldwide review. *Annual Review of Entomology*, 58: 455–474.
- [9] Jones, D. T. and Eggleton, P. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37(1): 191-203.
- [10] Jones, D.T. and Prasetyo, A.H. 2002. A survey of the termites (Insecta: Isoptera) of Tabalong District, South Kalimantan, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 50: 117-128.

-
- [11] Jones, D.T., Susilo, F.X., Bignell, D.E., Hardiwinoto, S., Gillison, A.N. and Eggleton, P. 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 40(2): 380-391
- [12] Korb, J. and Linsenmair, K.E. 2001. The causes of spatial patterning of mounds of a fungus-cultivating termite: results from nearest-neighbour analysis and ecological studies. *Oecologia*, 127: 324–333.
- [13] Lima, A. 2000. Effect of selective logging intensity on two termite species of the genus *Syntermes* in Central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 137(1-3): 151-154.
- [14] Nurdianti, I. 2015. Keragaman jenis dan feeding group rayap pada berbagai tipe habitat di Kabupaten Bantaeng. Thesis Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar (Tidak Dipublikasi).
- [15] Pardeshi, M. and Prusty, B.A.K. 2010. Termites as ecosystem engineers and potentials for soil restoration. *Current Science*. 99(1): 11-11.
- [16] Scheffrahn, R.H., Křecěk, J., Ripa, R. and Luppichini, P. 2009. Endemic origin and vast anthropogenic dispersal of the West Indian drywood termite. *Biological Invasions*, 11(4): 787–799.
- [17] Su, N.-Y. and Scheffrahn, R.H. 2000. Termites as pests of buildings. In: Abe, T., Bignell, D.E., Higashi, M. (Eds.), *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 437-453.
- [18] Takematsu, Y. and Vongkaluang, C. 2012. A taxonomic review of the Rhinotermitidae (Isoptera) of Thailand. *Journal of Natural History*, 46(17-18): 1079-1109.
- [19] Tho, Y.P., 1992. Termites of Peninsular Malaysia. Malayan Forest Record No. 36. Forest Research Institute Malaysia, p. 224.
- [20] Tracy, K.N., Golden, D.M. and Crist, T.O. 1998. The spatial distribution of termite activity in grazed and ungrazed Chihuahuan Desert grassland. *Journal of Arid Environments*, 40(1): 77-89.
- [21] Wang, C.L. and Powell, J. 2001. Survey of termites in the Delta Experimental Forest of Mississippi. *The Florida Entomologist*, 84(2): 222-226.

**PERANAN VEGETASI TERHADAP KEHADIRAN KUPU-KUPU
Graphium androcles Boisduval (LEPIDOPTERA:PAPILIONIDAE) DI
KAWASAN TAMAN WISATA ALAM NANGGALA III KOTA PALOPO**

Harlina ⁽¹⁾, Adi Basukriadi ⁽¹⁾, Amran Achmad⁽²⁾, Djunijanti Peggie ⁽³⁾

Program Studi Pasca Sarjana Biologi Konservasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam, Universitas Indonesia ⁽¹⁾ Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar ⁽²⁾ Bidang
Zoologi (Museum Zoologicum Bogoriense) LIPI, Cibinong⁽³⁾

Email : harlinagusasi@gmail.com

ABSTRAK

*Tulisan ini menggambarkan tentang pemanfaatan tumbuhan oleh kupu-kupu *Graphium androcles* di sekitar Kawasan Taman Wisata Alam Nanggala III Kota Palopo, Sulawesi Selatan. Penelitian telah dilaksanakan pada April 2014 hingga Maret 2015. Metode pengamatan menggunakan analisis vegetasi. Inventarisasi jenis hostplant dan foodplant dilakukan dengan metode observasi. Selain itu informasi diperoleh dari hasil wawancara dengan masyarakat di sekitar kawasan TWA Nanggala III Kota Palopo. Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat jenis tumbuhan yang dihindangi dan dimanfaatkan oleh kupu-kupu *G.androcles*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah individu *G. androcles* 46 ekor. Beberapa tumbuhan berfungsi sebagai pakan (pakan larva dan pakan imago) dan shelter. Kupu-kupu *G.androcles* betina meletakkan telurnya pada daun *Uvaria rufa* (Annonaceae). *G. androcles* imago mengkonsumsi lima spesies tumbuhan berbunga. Jenis tumbuhan tingkat pohon didominasi oleh *Ficus racemosa* L (INP 30.31), *Ardisia purpurea* (INP 18.49, *Caralia brachiate* (INP 17.79). Sedangkan INP yang terendah diduduki oleh *Syzygium polycephalum* (INP 7.02) dan *Syzygium pycnantum* (INP 6.6). Kehadiran jenis tumbuhan tersebut diduga berkaitan dengan kondisi dan letak plot. Potensi vegetasi sebagai pakan kupu-kupu *G.androcles* di kawasan ini masih banyak belum diketahui. Untuk mencegah kepunahan *G.androcles* di alam diperlukan penanaman jenis tumbuhan pakan baik hostplant maupun foodplant dan juga shelter*

*Key word : *Graphium androcles*; kupu-kupu; TWA Nanggala III*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan kupu-kupu tidak lepas dari daya dukung habitatnya. Kehadiran sekelompok kupu-kupu disuatu tempat menandakan kondisi lingkungan diwilayah tersebut masih baik (Odum, 1993). Di alam, kupu-kupu banyak dijumpai di daerah tropika, hidup di dalam berbagai tipe habitat, mulai dari dataran rendah sampai ke dataran tinggi. Kupu-kupu sering ditemukan di daerah hutan, pinggiran hutan, semak belukar, ladang dan di sepanjang aliran air (Whitten *et al.*, 1987). Kehadiran dan keanekaragaman kupu-kupu di suatu tempat berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya jenis tanaman, udara yang bersih, dan pencahayaan yang cukup (Wijayanto & Agustinus, 2010). Kehadiran kupu-kupu juga dapat dijadikan bioindikator terhadap perubahan kualitas lingkungan (Lewis, 2001; Basset, *et al.*, 2011).

Indonesia memiliki keanekaragaman kupu-kupu yang cukup tinggi. Diperkirakan 557 spesies kupu-kupu telah ditemukan di Pulau Sulawesi dan sekitarnya. Sekitar 353 spesies diantaranya ditemukan di Sulawesi Selatan (Vane-

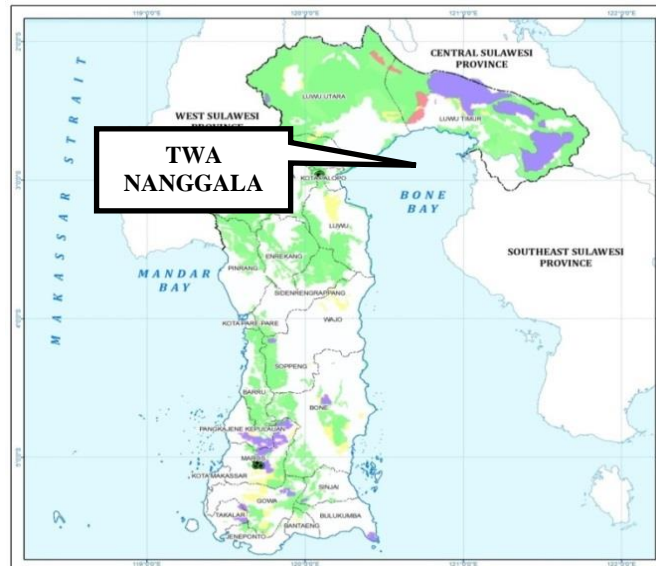
Wright & de Jong 2003). Di Pulau Sulawesi kehadiran kupu-kupu endemik dapat dijumpai di sekitar kawasan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (TNBabul), Sulawesi Selatan (Durden, 2010). Alfred Russel Wallace pernah meneliti di sekitar kawasan TNBabul pada abad ke XIX (1856-1857) menemukan kelompok kupu-kupu yang terbang melintas bisa berjumlah ribuan, dan digambarkan membentuk awan. Alfred Russel Wallace menemukan kupu-kupu berekor sriti (*Graphium androcles*) dan berbagai jenis kupu-kupu lainnya, yang sayapnya berukuran 7-8 inchi (17– 20 Cm). Akan tetapi setelah 25 tahun kemudian (1882), *G.androcles* tidak lagi dapat ditemukan meskipun ribuan kupu-kupu lainnya masih ada. Hal tersebut diduga merupakan pengaruh musim, karena 45 tahun kemudian kupu-kupu *G.androcles* dapat ditemukan kembali (Whitten *et al.* (1987).

Saat ini, tekanan terhadap keberadaan kupu-kupu *G.androcles* di Sulawesi Selatan sangat tinggi. Tekanan ini berupa kondisi iklim, perubahan ekologi pada habitat, dan penangkapan liar di alam. Menurut Asjulia (2007) selain di sekitar TNBabul, kupu-kupu *G.androcles* pernah dijumpai di sekitar kawasan TWA Nanggala III Palopo, akan tetapi jumlahnya sangat terbatas. Dalam kegiatan inventarisasi kupu-kupu yang dilakukannya selama tiga bulan, jumlah *G.androcles* yang berhasil dijumpai sebanyak dua ekor. Dengan kondisi demikian sehingga dikhawatirkan kupu-kupu tersebut akan punah sebelum dilakukan pengkajian tentang kondisi habitatnya di alam. Santosa (2006) menyatakan bahwa habitat adalah totalitas dari lingkungan (abiotik seperti ruang, tipe substrat atau medium, cuaca atau iklim, serta vegetasinya). Habitat merupakan tempat hidup bagi makhluk hidup. Setiap makhluk hidup memerlukan tempat untuk hidup yang dapat menyediakan makanan, air, tempat berlindung, beristirahat dan berkembang biak, sehingga mereka akan menempati suatu habitat yang sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Menurut Soekardi (2009) habitat kupu-kupu ditandai dengan tersedianya tumbuhan inang untuk pakan larva, serta tumbuhan penghasil nektar bagi imagonya. Apabila kedua tumbuhan ini tersedia disuatu habitat, maka memungkinkan kupu-kupu dapat melangsungkan hidupnya dari generasi ke generasi di habitat tersebut. Dengan demikian untuk mengetahui kondisi keberadaan kupu-kupu *G.androcles* di alam, maka diperlukan penelitian yang akan mengkaji lebih dalam tentang peranan vegetasi sebagai habitat kupu-kupu tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian lapangan dilakukan pada April 2014 hingga Maret 2015. Lokasi penelitian terletak di sekitar Sungai Puncak dan Sungai Salu Tandung (TWA Nanggala III) termasuk dalam wilayah Kecamatan Wara Utara, Kelurahan Battang, Kota Palopo (Gambar 1). Pengamatan jumlah kehadiran kupu-kupu *G.androcles* dilakukan dengan metode observasi. Penangkapan kupu-kupu dilakukan dengan menggunakan jaring serangga dan umpan dari air seni dan busa sabun cair. Kupu-kupu *G.androcles* yang berhasil ditangkap ditandai dengan cat kuku agar tidak terjadi *double catching*, dan kemudian dilakukan pencatatan sebelum kupu-kupu *G.androcles* dilepas. Inventarisasi jenis *hostplant* dan *foodplant* dilakukan dengan metode observasi. Pengamatan tegakan profil

dilakukan berdasarkan analisis vegetasi dengan metode petak kuadrat. Pembuatan plot disetiap lokasi penelitian lebih ditekankan pada daerah yang banyak dimanfaatkan kupu-kupu *G.androcles* sebagai tempat makan, bermain, dan istirahat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Plot yang dibuat berukuran 10 m x 20 m. Untuk mempermudah pengambilan data, maka dibuat subplot berukuran 10 m x 10 m untuk ukuran tiang, 5 m x 5 m untuk ukuran pancang dan 2 m x 2 m untuk semai. Semua plot yang ditempatkan pada tiap lokasi pengamatan diberi batasan dengan tali rafia. Kriteria untuk menentukan tingkat pohon, tiang, pancang dan semai digunakan kriteria menurut Kusmana (1995), yaitu sebagai berikut :

1. Tingkat semai (*seedling*) : permudaan pohon berkecambah sampai setinggi 1,5 cm
2. Tingkat pancang (*sapling*) : permudaan yang tinggi >1,5 m, dengan berdiameter sampai 10 cm dengan keliling batang < 6,3 cm
3. Tingkat tiang (*pole*) : tumbuhan berdiameter 10 – 20 cm,, dengan keliling batang > 6,3 cm <31,40 cm
4. Pohon dewasa (*tree*) : pohon dewasa yang berdiameter lebih dari 20 cm, keliling batang > 31,40 cm

Identifikasi jenis tumbuhan di setiap lokasi penelitian dilakukan dengan bantuan jasa identifikasi. Pengambilan sampel atau spesimen dilakukan dengan menggunakan gunting tanaman. Tiap spesimen yang tidak dikenali diberi nama sementara, setelah itu dilakukan pengambilan gambar (foto). Untuk menghindari kekeliruan, semua jenis yang dijumpai diambil contoh spesimennya. Setiap spesimen di bungkus dan diberikan alkohol 70% (herbarium), kemudian dipres dengan kertas koran lalu dimasukkan dalam wadah atau kantong plastik. Identifikasi spesimen yang tidak dikenali dilakukandi Bidang Botani (Herbarium Bogoriense) Puslit Biologi-LIPI Cibinong.

Analisis Data

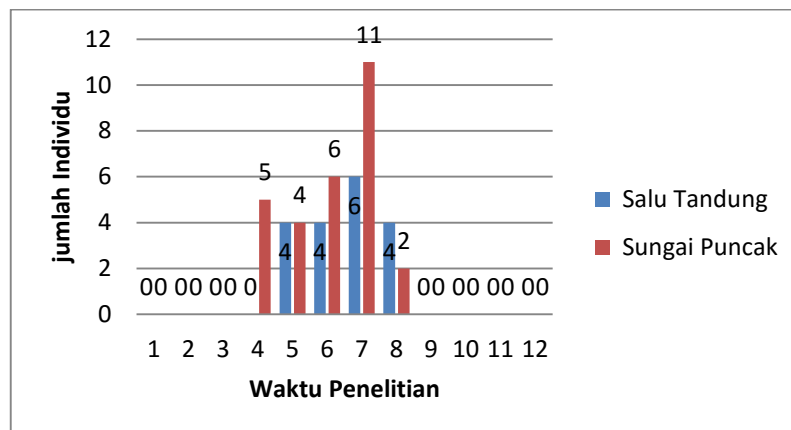
Data-data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan metode *eksploratif-deskriptif* (Nasir, 1999). Pengelolaan data dilakukan dengan memilah, mengevaluasi, membandingkan, dan menarik kesimpulan. Hasil analisis data ditampilkan dalam bentuk tabulatif sehingga mudah untuk dibandingkan. Untuk menghitung besarnya kerapatan (individu/hektar), frekuensi dan dominasi (m^2/ha) dan indeks nilai penting (INP) dari masing-masing jenis, rumus yang digunakan sebagai berikut : Indrawan, (1976); Fandeli (1992)

$$\begin{aligned} \text{Kerapatan (K)} &= \frac{\text{Jumlah Individu dalam plot}}{\text{Luas plot}} \\ \text{Kerapatan Relatif (KR)} &= \frac{\text{K Suatu spesies}}{\text{K Total seluruh spesies}} \times 100\% \\ \text{Frekuensi (F)} &= \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu spesies}}{\text{Jumlah seluruh plot}} \\ \text{Frekuensi Relatif (FR)} &= \frac{\text{F Suatu spesies}}{\text{F Total seluruh sepsis}} \times 100\% \\ \text{Dominasi} &= \frac{\text{Luas bidang dasar suatu spesies}}{\text{Luas plot}} \\ \text{Dominasi Relatif (DR)} &= \frac{\text{Dominansi Suatu jenis}}{\text{Dominansi total seluruh jenis}} \times 100\% \\ \text{Luas Bidang Dasar (LBD)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ \text{Nilai Indeks Penting (INP) untuk masing-masing tingkatan adalah} \end{aligned}$$

1. Tingkatan pohon dan tiang
INP = KR (%) + FR (%) + DR (%)
2. Tingkat pancang dan semai
INP = KR (%) + FR (%)

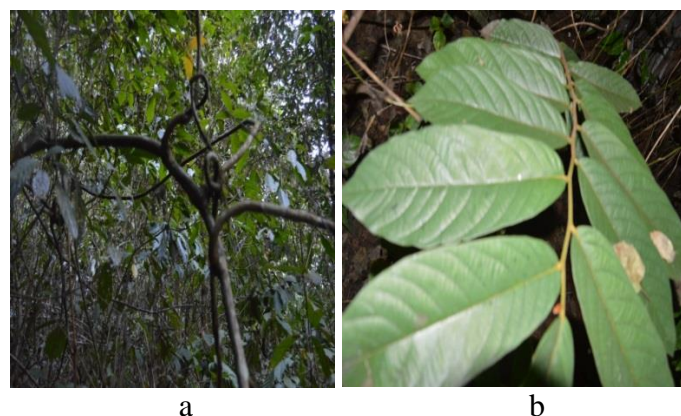
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah kupu-kupu *G.androcles* lebih banyak dijumpai di area Sungai Puncak dibandingkan dengan area Salu Tandung. Jumlah individu pada tiap area penelitian dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jumlah individu *G. androcles* pada setiap area penelitian

Jumlah kehadiran kupu-kupu *G. androcles* di area penelitian diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan dan ketersediaan pakan yang ada di areal tersebut. Menurut Solomon (1977) perubahan jumlah individu dalam suatu populasi kupu-kupu pada suatu areal tertentu dapat disebabkan oleh faktor biotik, dalam hal ini berkaitan dengan kemampuan hayati dan faktor lingkungan. Potensi biotik diantaranya adalah siklus hidup, yaitu lamanya perkembangan kupu-kupu mulai dari telur hingga menjadi seekor kupu-kupu dewasa, kemudian kupu-kupu tersebut meletakkan kembali telur untuk pertama kalinya. Menurut Scriber (1981); Courtney (1984) semakin pendek siklus hidup maka perkembangan populasi akan semakin cepat, yang antara lain ditentukan oleh kualitas dan kuantitas tumbuhan pakannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tumbuhan pakan di area Sungai Puncak lebih banyak dijumpai dibandingkan dengan di area Salu Tandung. Kupu-kupu *G. androcles* betina meletakkan telur pada jenis tumbuhan *Uvaria rufa* Blume yang tergolong dalam famili Annonaceae. Bentuk morfologi daun dan habitus *U. rufa* dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Morfologi *Uvaria rufa*; (a) habitus liana pada *U. rufa*, (b) Morfologi daun *U. rufa*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan *U. rufa* pada umumnya tumbuh di hutan dan pinggir sungai. Daun muda adalah bagian yang dikonsumsi larva *G. androcles*. Proses mencari makan, diawali dengan peletakan

telur *G. androcles* betina pada pucuk daun inangnya. Sebelum meletakkan telurnya, kupu-kupu betina terbang mengelilingi tumbuhan *U. rufa* dan berhenti untuk hinggap pada daun yang terletak dibagian ujung ranting tumbuhan, disaat itu gerakan sayap melambat untuk menentukan posisi yang dianggap cocok. Kupu-kupu *G. androcles* betina meletakkan telurnya di bagian pangkal, tengah dan ujung daun muda. Lama peletakan telur berkisar lima hingga tujuh detik. Telur *G. androcles* biasanya ditemukan pada ketinggian 7 - 10 meter dari permukaan tanah. Ada kemungkinan terdapat jenis tumbuhan lain yang menjadi *hostplant* dari *G. androcles* pada areal tersebut, yang mana saat ini belum diketahui. Hal ini didasarkan bahwa kupu-kupu membutuhkan nutrisi untuk dapat melangsungkan hidupnya yaitu melakukan simbiosis mutualisme bersama tumbuhan dengan cara mengonsumsi nektar bunga dan meletakkan telur pada tumbuhan yang menjadi inangnya (Borror *et al.*, 1992). Selain faktor kehadiran tumbuhan inang kehadiran kupu-kupu di suatu area juga dipengaruhi oleh jumlah tumbuhan penghasil nektar. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah total tumbuhan penghasil nektar di area pengamatan terdiri dari 5 spesies yang tergolong dalam 3 famili. Jenis tumbuhan pakan *G. androcles* imago dilihat pada Tabel.1

Tabel I. Tumbuhan pakan (*Foodplant*) kupu-kupu *G. androcles*

No.	Species	Famili	Nama Lokal
1	<i>Lantana camara</i> Linn	Verbenaceae	Lantana
2	<i>Clerodendrum thomsonae</i> Balf.	Verbenaceae	Bunga nona
3	<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae	Gulma
4	<i>Eupatorium inufolia</i>	Asteraceae	Bunga pute
5	<i>Dendrobium palaenopsis</i>	Orchidaceae	Angrek

Kehadiran tumbuhan penghasil nektar diduga berkaitan dengan kondisi dan letak plot. Seluruh plot terletak di areal hutan dataran tinggi dan memiliki kelembapan tinggi yang memungkinkan pertumbuhannya. Menurut Steenis (1987) *L. camara* merupakan tanaman hias atau pagar yang berasal dari Amerika Tropis, sebagian besar tanaman ini tumbuh liar pada daerah tropis, sedangkan di daerah luar tidak banyak tumbuh. Begitupun halnya dengan *Dendrobium* sp, dimana dapat hidup di alam liar, di hutan ataupun di lereng bukit. Menurut Lavarack *et al.* (2000) *Dendrobium* merupakan angrek yang unik dan mempunyai kecepatan tumbuh yang berbeda dengan tanaman hias lainnya. Kemunculan bunga pada tumbuhan *Dendrobium* dapat menjadi sumber nektar (Trubus, 2005) sehingga dibutuhkan oleh kupu-kupu *G. androcles*.

Menurut Bima (2007) kupu-kupu mengunjungi tumbuhan dengan tiga tujuan, yaitu mencari makanan berupa nektar, meletakkan telur pada bagian tumbuhan dan tempat berlindung atau istirahat. Hubungan antara kupu-kupu dengan bunga berjalan secara alamiah. Sebagian besar energi yang diperlukan kupu-kupu berasal dari nektar, kemudian nektar kuntum bunga akan menarik kupu-kupu untuk datang mengunjunginya. Menurut Rusfidra (2006) tumbuh-tumbuhan memproduksi nektar sebenarnya hanya untuk bahan pemikat serangga, sebab pada dasarnya nektar itu sendiri jika tidak dihisap oleh serangga maka akan

sia-sia, sehingga hubungan alamiah antara kupu-kupu dengan bunga dianggap saling menguntungkan.

Jenis tumbuhan tingkat pohon yang dijumpai pada plot 1 didominasi oleh *Ficus racemosa* L dengan INP 30.31, kemudian disusul oleh *Polyaltia rumphi* (INP 18.53), *Dysoxylum* sp dengan INP 15.29. Sedangkan INP yang terendah diduduki oleh *Syzygium polycephalum* (INP 7.02) dan *Polyaltia* sp dengan INP 9.47. Pada jenis tingkat tiang didominasi oleh *Ficus ribes* (INP 6.91), *Ardisia laencoelata* (INP 6.87) dan *Polyaltia* sp dengan INP 6.57. Sedangkan INP tingkat tiang yang terkecil diduduki oleh *Syzygium polycephalum* (INP 4.39) dan *Syzygium malaecense* (INP 4.37). Pada plot ini juga dijumpai jenis tumbuhan bawah mendominasi yaitu *Lantana camara* (INP 13.78), berupa tumbuhan perdu dan termasuk kategori pakan imago dari *G.androcles*. Selain itu juga dijumpai *Uvaria rufa* (INP 9.09). Demikian juga halnya dengan jenis tumbuhan tingkat pohon yang dijumpai pada plot 2 didominasi oleh *Ardisia purpurea* (INP 18.49), *Terminalia bellerica* (INP 16.81), *Ficus racemosa* L (INP 16.23) dan *Buchanania arborescens* (16.48), sedangkan INP yang terkecil dijumpai pada spesies *Syzygium pycnantum* (INP 6.6). Jenis yang mendominasi pada tingkat tiang yaitu *Xylophia malayana* (INP 8.01) dan *Eugenia* sp dengan INP 8.09. Sedangkan INP yang terkecil diduduki oleh *Tristiropsis acutangula* dengan INP 4.95. Jenis tumbuhan bawah yang mendominasi pada plot ini yaitu *Lantana camara* (INP 16.76) dan *Elastostema rostratum* (INP 14.76). Pada plot ini tidak dijumpai *Uvaria rufa*, namun dapat dijumpai tumbuhan liana jenis *Bauhinia semibifida*. Sedangkan pada plot 3 yang ditempatkan pada areal lokasi Sungai Puncak didominasi oleh jenis tumbuhan tingkat pohon yang berupa *Caralia brachiate* (INP 17.79), *Baccaurea javanica* (INP 17.95), kemudian disusul oleh *Dehaasia caesia* (INP 15.45) dan *Euodia hupehensis* (INP 15.42). INP terkecil dijumpai pada spesies *Bischofia javanica* (INP 7.2). Pada tingkat tiang didominasi oleh *Drypetes longlifolia* dengan INP 16.16 dan INP yang terkecil yaitu pada spesies *Baccaurea javanica* (INP 4.54) dan *Euodia hupehensis* dengan INP 4.36. Jenis tumbuhan tingkat bawah yang mendominasi pada plot ini yaitu *Xylophia malayana* (INP 5.73). Jenis tumbuhan merambat yang dijumpai yaitu *Pothos tener* Wall (INP 9.95) *Aristolochia tagala* (INP 8.3), *Piper caninum* (INP 11.55) dan *Uvaria rufa* (INP 8.57).

U.rufa dijumpai pada plot 1 dan 3, namun tidak dijumpai pada plot 2, sehingga diduga ada kemungkinan kupu-kupu *G.androcles* meletakkan telurnya pada jenis tumbuhan selain *U. rufa*. Beberapa tipe habitat di dalam area penelitian dimanfaatkan kupu-kupu *G.androcles* dalam kegiatan sehari-harinya. Menurut Odum (1993) komponen habitat yang penting bagi kehidupan kupu-kupu adalah tersedianya vegetasi sebagai sumber makanan, sebagai tempat berlindung dari serangan predator atau gangguan lainnya dan tempat untuk berkembang biak. Populasi kupu-kupu pada suatu daerah tergantung pada perkembangan botani daerah tersebut yang selanjutnya berhubungan erat dengan kondisi fisik dan iklim setempat (Vane-Wright & Ackery, 1989). Menurut Vane & De Jong (2003), umumnya tumbuhan berupa pohon, perdu, semak, liana atau herba dapat dimanfaatkan sebagai pakan larva dan imago kupu-kupu. Hubungan tumbuhan

dengan keberadaan kupu-kupu *G.androcles* dilokasi penelitian dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Fungsi tumbuhan terhadap kupu-kupu *G. androcles*

No.	Spesies	Kegunaan		
		Nektar	T.inang	Berlindung
1	<i>Ficus</i> sp	-	-	√
2	<i>Ficus ribes</i> Reinw.ex Blume	-	-	√
3	<i>Macaranga</i> sp	-	-	√
4	<i>Dracontomen mangiferium</i>	-	-	√
5	<i>Dracontomelon dao</i>	-	-	√
6	<i>Uvaria rufa</i> Blume	-	√	-
7	<i>Dendrobium paleonopsis</i>	√	-	-
8	<i>Eugenia</i> sp	-	-	√
9	<i>Cananga odoratum</i>	-	-	√
10	<i>Lantana camara</i>	√	-	-

4. KESIMPULAN

1. Jumlah kupu-kupu *G. androcles* lebih banyak dijumpai di Sungai Puncak (28 ekor) dibandingkan dengan Salu Tandung (18 ekor)
2. Jenis *hostplant* dari kupu-kupu *G.androcles* adalah *Uvaria rufa* Blume (Annonaceae), dan diduga masih ada jenis tumbuhan lainnya
3. Jenis pakan imago kupu-kupu *G.androcles* yang ditemukan di lokasi penelitian sebanyak 5 spesies yang termasuk dalam 3 famili, antara lain *L. camara* (Verbenaceae), *D.palaenopsis* (Orchidaceae), *C. thomsonae* (Verbenaceae), *C.odorata* (Asteraceae) dan *E. inufolia* (Asteraceae).
4. Pada plot pengamatan didominasi oleh *A.purpurea*, *T.bellerica*, *F.racemosa* L. Sedangkan pada jenis tumbuhan bawah dijumpai *L. camara*, *E.rostratum*, *P.tener* Wall, *A.tagala*, *P.cannium* dan *U.rufa*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan sebagian dari data penelitian disertasi yang difasilitasi oleh Balai Pengelolaan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. Ucapan terima kasih secara khusus kepada KSP Duta mandiri Community yang telah memberikan bantuan dana dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asjulia. 2007. *Potensi Keanekaragaman Jenis Kupu-kupu dan Prospeknya Dalam Mendukung Pengembangan Taman Wisata Alam Nanggala III Kota Palopo*. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Makassar. 83 hlm.
- [2] Bima. 2007. *Penangkaran Kupu-kupu di Kepulauan Seribu*. <http://www.pulauseribu.net>. Diakses 24 Desember 2014.
- [3] Borror, D.J., Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga* (Terjemahan oleh Partosoedjono, Soetiyono). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. hal 455 - 456.

-
- [4] Durden, A.L. 2010. *Lepidoptera Endemism In Sulawesi (Celebes), Indonesia*. Journal Southern Lepidoptersts News. Vol 32 (2): 62-70.
 - [5] Lavarack B.W., Haris. Stocker G. 2000. *Dendrobium Orchid*. Kangaroo. Australia
 - [6] Nasir, M., 1999. *Metode Penelitian*. Penerbit Ghalia Indonesia, Jakarta. hal 145-149.
 - [7] Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Gajah mada University Press. Jogjakarta. hal 134-162
 - [8] Rusfidra,. 2006. Bunga Pakan Lebah Madu. [http://www.bunghatta.info/content.php? articles.141](http://www.bunghatta.info/content.php?articles.141). Diakses tanggal 17 Mei 2004.
 - [9] Soekardi H. 2009. *Keterkaitan Kupu-kupu Papilionidae Dengan Tumbuhan Inang Pakan Larvanya Di Taman Kupu-kupu Gita Persada Lampung*. Prosiding Seminar Nasional Sains Mipa dan Aplikasi (ISBN:978-602-98559-1-3). Vol.3:3
 - [10] Steenis, C. G. G. J. Van., 2003. *Flora*. Cet. 9 PT Pradnya Paramitha, Jakarta. 485 hal.
 - [11] Vane, W. R. & Dejong R., 2003. *The Butterflies of Sulawesi Annotated Cheklist for a Critical Island Fauna*. Zool. Verh - Leiden. p 343.
 - [12] Wijayanto A. 2000. *Keragaman dan Penyebaran Jenis Kupu-kupu (Lepidoptera :Papilionidae) di Beberapa Ketinggian Daerah Aliran Sungai Kawasan Penyangga CAgar Alam Pegunungan Manokwari*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Cendrawasih. Manokwari. 45 hlm.

Inventarisasi Arthropoda dan Strategi Konservasi Serangga di Lingkungan Kampus ITS Surabaya

**Nova Maulidina Ashuri, Sherly Eka Argiyanti, Abdul Azis, M. Mahsun Fahmi,
Bahrudin Salam, Asti Riski Febiyani**

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi
Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
email:maulidina.n@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan inventarisasi Arthropoda serta analisis strategi konservasi Arthropoda di lingkungan kampus. Pengambilan sampel dilakukan di area kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan habitat yang berbatasan dengan lahan pertanian dan mangrove. Metode penangkapan Arthropoda menggunakan sweep net, pitfall trap dan hand collecting. Hasil penelitian diperoleh 25 jenis Arthropoda dari ordo Odonata, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera dan Orthoptera. Jenis-jenis Arthropoda yang teridentifikasi memiliki nilai penting baik secara ekologi maupun ekonomi. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, Arthropoda yang terdapat di lingkungan kampus ITS memiliki peran penting sebagai polinator, predator alami, pemusnah gulma, pengurai, penghasil produk, serta memiliki nilai keindahan dan pembelajaran. Strategi konservasi Arthropoda pada lingkungan kampus dapat dilakukan dengan berbasis pada pengetahuan lokal masyarakat dan tata kelola rencana pembangunan kampus. Upaya kegiatan yang mendukung strategi konservasi tersebut meliputi pengayaan tumbuhan liar khususnya di area dekat dengan kolam resapan air, pengelolaan habitat Arthropoda dan pengaturan penggunaan pestisida serta pembuatan sarang buatan untuk Arthropoda penghasil madu. Dengan adanya upaya pelestarian tersebut, maka upaya konservasi Arthropoda akan berhasil dan memberi banyak manfaat ekonomi maupun ekologi di lingkungan kampus.

Kata Kunci : Arthropoda, konservasi, pengetahuan lokal

Pengaruh Transformasi Lahan: Implikasi Terhadap Keanekaragaman Semut Pada Strata Habitat Yang Berbeda

Ratna Rubiana¹, Damayanti Buchori²

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi
Jl. Samarinda Paal V, Kotabaru, Jambi 36128
email: ratna.rubiana@gmail.com

²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Kamper, Kompleks Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat

Abstrak

Semut (Hymenoptera: Formicidae) merupakan taksa yang sangat peka terhadap perubahan yang terjadi pada lingkungannya. Pada skala strata habitat yang berbeda semut telah terbukti responsif terhadap perubahannya sehingga seringkali dijadikan bioindikator. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keanekaragaman semut pada strata habitat yang berbeda sebagai respon terhadap transformasi lahan yang banyak terjadi di Provinsi Jambi. Penelitian dilakukan pada tiga strata habitat yaitu: permukaan tanah, serasah dan pohon pada empat jenis penggunaan lahan yaitu hutan primer, hutan karet, perkebunan karet dan perkebunan kelapa sawit di sekitar Hutan Harapan dan Taman Nasional Bukit Duabelas di Jambi. Pada setiap jenis penggunaan lahan, ditentukan empat plot (50 m x 50 m) untuk pengambilan sampel semut. Semut dikumpulkan dengan metode hand-collecting yang dikombinasikan dengan umpan. Jumlah spesies semut tertinggi diperoleh dari strata serasah perkebunan karet di lanskap TNBD. Semut yang paling banyak dijumpai di TNBD dan Harapan adalah semut yang menempati strata pohon sebanyak 77 spesies, hal tersebut disebabkan oleh terdapatnya serasah di dalam pohon kelapa sawit sehingga spesies semut yang berperan sebagai pengurai juga ditemukan. Jumlah spesies semut yang saling beririsan menempati strata antara serasah, tanah dan pohon adalah sebanyak 28 spesies di TNBD dan 29 spesies di Harapan.

Kata Kunci: mikrohabitat, hand-collecting, baiting-trap

1. PENDAHULUAN

Luas hutan di dunia pada tahun 2010 diperkirakan 4 milyar hektar dengan 8% dari luas total hutan adalah hutan hujan tropis di Asia Selatan dan Tenggara, dengan 32% luasnya terdapat di Indonesia (FAO 2010). Hutan hujan tropis merupakan mosaik dari pemanfaatan lahan yang berbeda, yaitu kegiatan produktif seperti lahan pertanian dan perkebunan sekaligus juga ekosistem hutan seperti cagar alam dan kawasan lindung (Schroth *et al.* 2011). Hutan di Jambi merupakan salah satu daerah hutan hujan tropis yang telah banyak mengalami transformasi lahan dalam skala luas, yaitu perubahan dari hutan tropis ke perkebunan karet dan kelapa sawit.

Transformasi lahan alami menjadi hutan karet, perkebunan karet dan perkebunan kelapa sawit tidak mempengaruhi keanekaragaman semut namun struktur komunitas semut (Rubiana *et al.* 2015). Keberhasilan semut untuk bertahan hidup pada suatu wilayah yang mengalami gangguan juga dapat dikaitkan dengan berbagai perilaku mereka misalnya interaksi kompetitif, penghindaran predator, parasitisme, kemampuan kolonisasi (Kaspari *et al.* 2003).

Oleh karena semut menempati relung yang bervariasi baik di strata serasah, tanah, maupun pohon, maka keanekaragaman semut pada mikrohabitat

yang berbeda perlu dikaji lebih mendalam. Hasil yang diperoleh melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keanekaragaman populasi semut berdasarkan mikrohabitatnya pada lahan yang mengalami transformasi hutan menjadi perkebunan sebagai salah satu indikator perubahan ekosistem dan layanan jasa-jasa ekosistem yang diberikan semut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian lapangan dilakukan di lanskap hutan dataran rendah yaitu lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) dan Hutan Harapan (Harapan) di Jambi. Penelitian lapangan dilakukan mulai bulan Februari 2013 sampai dengan April 2013.

Pada kedua lanskap hutan tropis tersebut masing-masing ditentukan enam belas plot dengan ukuran 50 m x 50 m. Pada setiap plot terdapat tiga strata sebagai tempat pengambilan semut, yaitu strata tanah, serasah dan tubuh pohon pada ketinggian maksimal 1.5 m. Setiap plot ditentukan sepuluh pohon dan lima titik pengambilan contoh semut untuk strata serasah dan tanah.

Pengambilan semut menggunakan metode koleksi langsung yaitu mengambil semut secara manual dengan tangan. Untuk pengambilan contoh pada strata pohon, dikombinasikan dengan metode *baiting* (pengumpanan) yaitu menggunakan umpan tuna dan gula untuk menarik semut (Bestelmeyer *et al.* 2000).

Pengambilan contoh semut dilakukan pada pukul 09.00 sampai 11.00 setiap satu plot setiap harinya dan dilakukan pada saat cuaca cerah. Waktu yang digunakan untuk pengambilan semut pada masing-masing strata adalah 5 menit. Semut-semut dimasukkan ke dalam tabung contoh yang sudah berisi alkohol 70% untuk diidentifikasi di laboratorium menggunakan kunci identifikasi sampai tingkat subfamili atau genus dilakukan dengan menggunakan kunci *Identification guide to the ant genera of the world* dan *Identification guide to the ant genera of Borneo* (Bolton 1994; Hashimoto 2003).

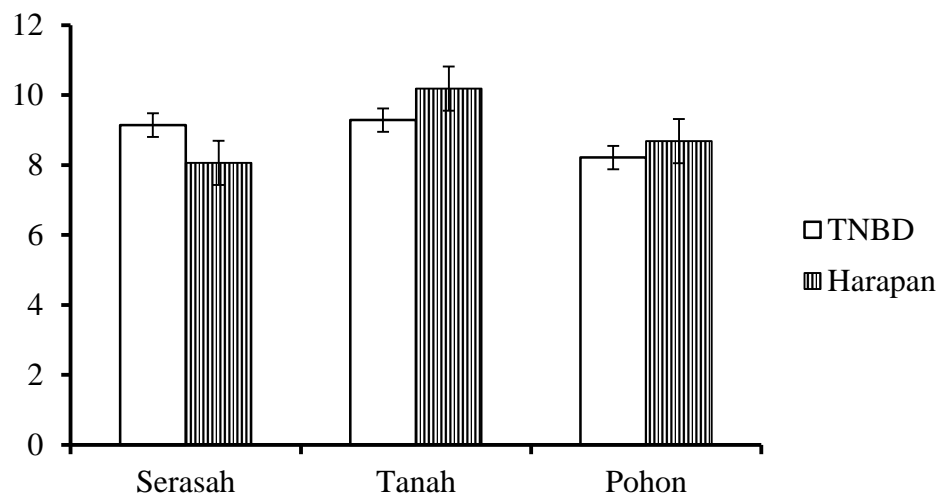
Pengaruh strata terhadap keanekaragaman semut dianalisis dengan menggunakan ANOVA. Selanjutnya penyajian grafis untuk merangkum informasi lebih detail mengenai distribusi jumlah spesies semut menurut strata habitatnya dengan menggunakan *box-plot*. Selanjutnya untuk mengetahui kemiripan struktur semut pada strata yang berbeda adalah dengan uji ANOSIM (*Analysis of Similarity*) dan digambarkan dalam non metric multidimensional scaling (NMDS) (Clarke 1993). Analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak R Statistic (R-Development 2013).

Untuk menggambarkan kesamaan, perbedaan, dan hubungan antar spesies semut yang terdapat pada strata habitat yang berbeda digunakan *diagram venn*. Lingkaran yang bertumpang tindih digunakan untuk menggambarkan jumlah spesies yang memiliki kesamaan di antara grup yang digambarkan, sementara perbedaan digambarkan dalam porsi lingkaran yang tidak bertumpang tindih. *Diagram venn* disusun dengan mengolah data spesies semut pada *website* interaktif (Oliveros 2007).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

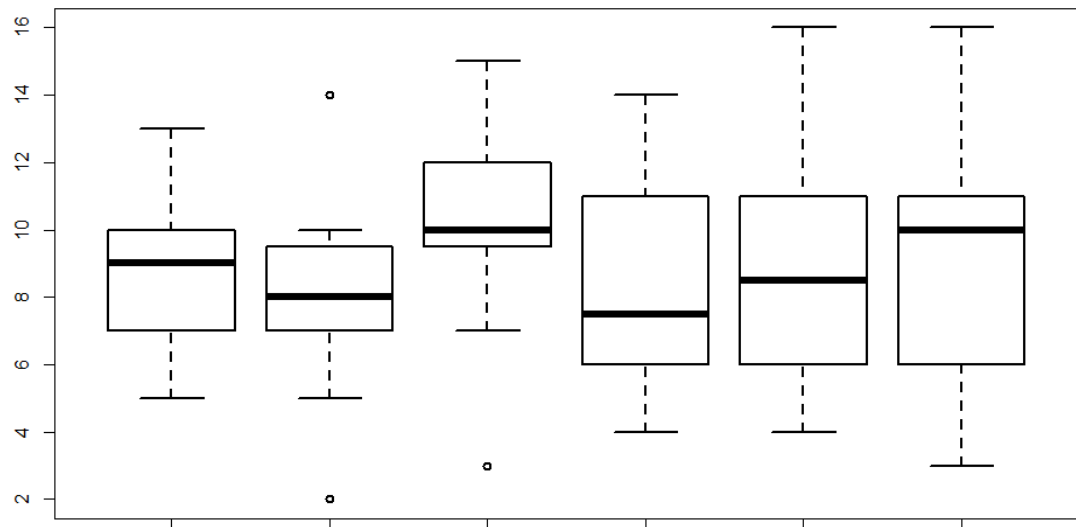
Jumlah spesies semut yang diperoleh dari keseluruhan plot pada lanskap TNBD dan Harapan terdiri dari 104 spesies yang termasuk dalam 52 genus dan enam sub famili. Keanekaragaman semut pada ketiga strata yang berbeda menunjukkan bahwa jumlah spesies semut di lanskap TNBD tidak memiliki perbedaan (ANOVA, $F_{2,39} = 0.40$, $P = 0.676$) demikian juga di lanskap Harapan (ANOVA, $F_{2,45} = 2.95$, $P = 0.062$) (Gambar 1).

Jumlah spesies tertinggi ditemukan pada strata pohon di TNBD sebanyak 59 spesies, Hal ini diduga karena terdapatnya serasah khususnya pada pohon kelapa sawit yang merupakan salah satu jenis pohon yang diambil sampelnya. Selanjutnya jumlah spesies semut tertinggi yang kedua adalah di serasah TNBD yaitu sebanyak 58 spesies. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa semut yang berada di serasah seringkali tidak terpengaruh dengan terganggunya habitat hutan primer asli yaitu konversi ke hutan sekunder, perkebunan karet maupun kelapa sawit, karena kebanyakan spesies semut serasah terisolasi dari gangguan (Belshaw dan Bolton 1993). Jumlah spesies terendah ditemukan pada strata tanah di TNBD sebanyak 51 spesies.



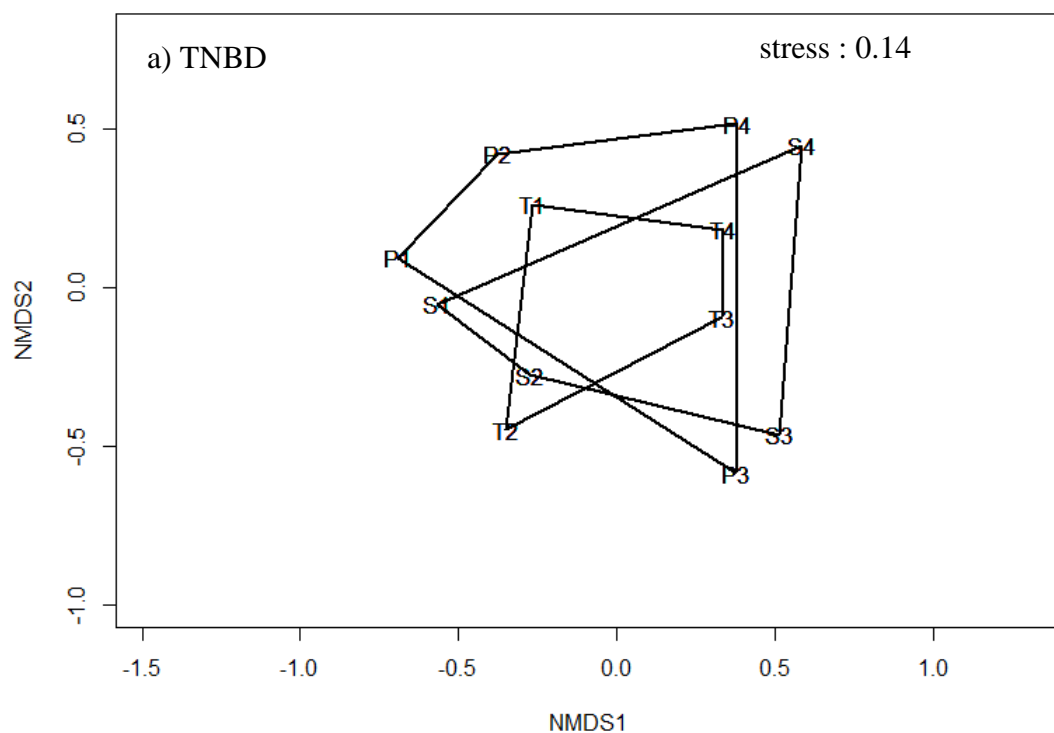
Gambar 1. Keanekaragaman spesies semut di Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) dan Hutan Harapan pada tiga strata habitat yang berbeda

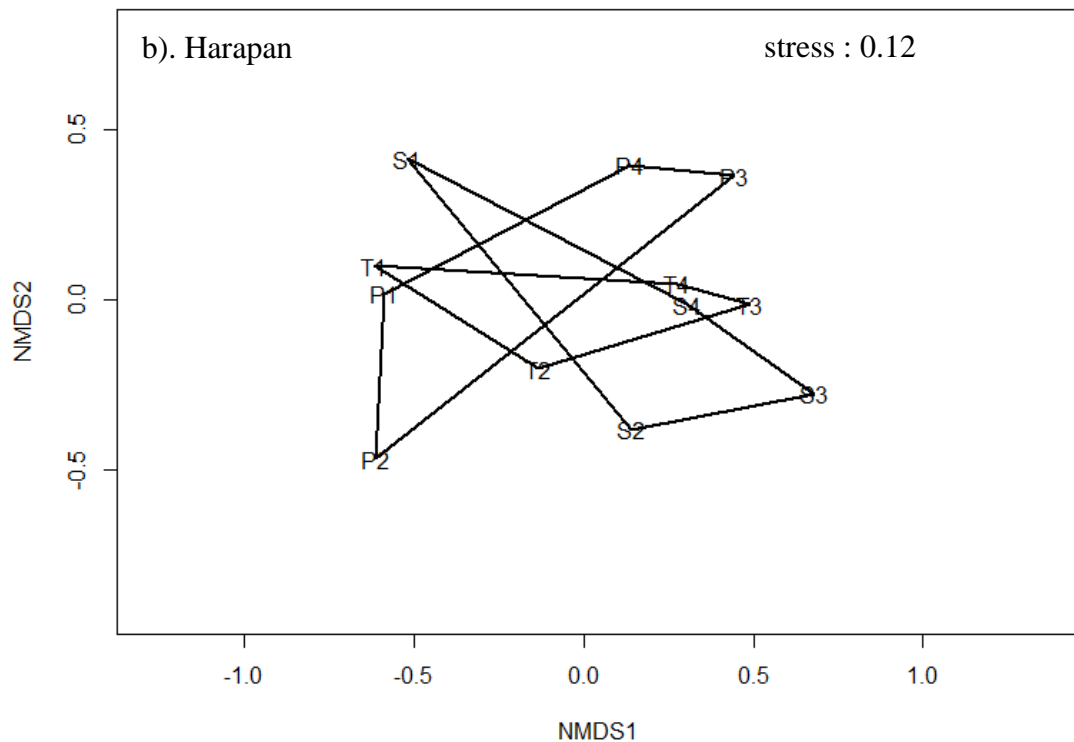
Sebaran data jumlah spesies semut pada strata habitat yang berbeda disajikan dalam diagram *box-plot* (Gambar 2). Semakin panjang bidang persegi maka semakin menyebar data yang didapat, artinya variasi jumlah spesies dalam setiap plotnya lebih beragam. Hal ini tampak pada bidang strata pohon, serasah dan tanah di TNBD.



Gambar 2. *Box-plot* keanekaragaman jenis semut pada tiga strata yang berbeda di lanskap Harapan dan TNBD

Komposisi spesies semut pada strata habitat yang berbeda dapat dibandingkan dengan menggunakan analisis kesamaan (ANOSIM) berdasarkan indeks ketidakmiripan Bray-Curtis yang menghasilkan dimensi NMDS untuk menampilkan struktur komposisi spesies semut dari ketiga strata yang berbeda (Gambar 3).

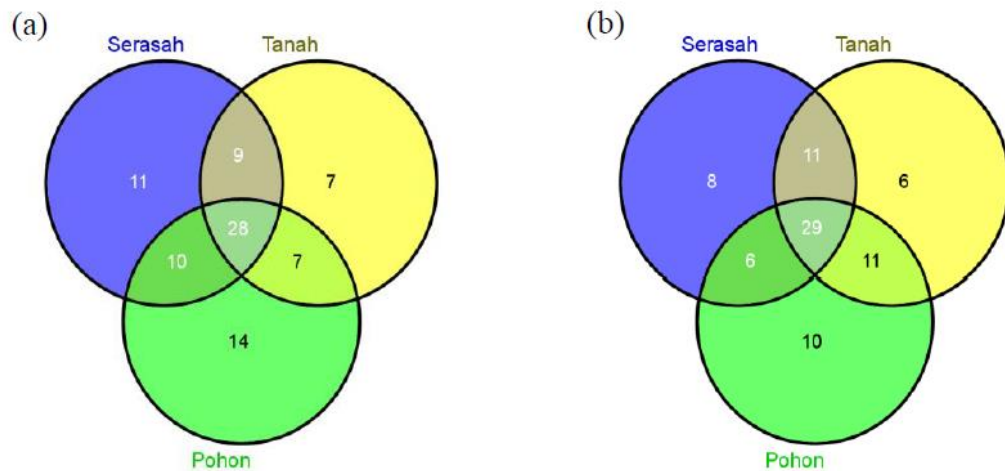




Gambar 3. NMDS dari komposisi semut berdasarkan indeks ketidakmiripan Bray-Curtis di (a) TNBD, *ANOSIM statistic* R: -0.2836; *Significance*: 0.985 dan (b) Harapan *ANOSIM statistic* R: -0.09028; *Significance*: 0.705. Kode yang terdapat di dalam gambar menunjukkan area studi: huruf pertama S = Serasah, T = Tanah, P = Pohon; angka (1 – 4) menunjukkan plot sebagai ulangan

Hasil analisis NMDS menunjukkan bahwa perbedaan strata habitat tidak mempengaruhi keanekaragaman semut. Jarak antar titik menunjukkan kemiripan. Semakin dekat jarak antar titik maka semakin tinggi kemiripan antar plotnya. Bidang yang saling memotong menunjukkan bahwa terdapat spesies semut yang bersama-sama menempati satu wilayah strata. Hal ini bisa disebabkan adanya kesamaan sumber daya selain itu masih terdapatnya habitat yang sesuai untuk spesies semut tertentu.

Semut yang paling banyak dijumpai dari gabungan spesies semut di TNBD dan Harapan adalah semut yang menempati strata pohon yaitu sebanyak 77 spesies. Jumlah spesies semut yang saling beririsan menempati strata antara serasah, tanah dan pohon adalah sebanyak 28 spesies di TNBD dan 29 spesies di Harapan.



Gambar 3. Diagram Venn jumlah semut antar strata pada lanskap (a) TNBD, (b) Harapan

Spesies *cryptic* yang diperoleh dari TNBD dan Harapan adalah *Acanthomyrmex* sp.01, *Lophomyrmex* sp.02, *Recurvidris* sp.01. Mereka adalah semut dengan ukuran yang kecil, buta, dan sepenuhnya hidup di bawah serasah daun dan tanah.

Spesies semut yang ditemukan di semua strata didominasi oleh *Anoplolepis gracilipes*, selain itu juga diperoleh *Crematogaster* sp.02, *Monomorium floricola*, *Polyrhachis* sp.01, *Tapinoma* sp.01, *Tetraponera* sp.01. *A. gracilipes* dikenal sebagai spesies semut invasif yang berpotensi mendatangkan kerusakan ekologis karena perilakunya yang sangat agresif dan memiliki asam format yang mampu mengalahkan hewan yang lebih besar.

Spesies semut yang memiliki ukuran besar banyak diperoleh di strata pohon, misalnya *Camponotus* sp.08, *Crematogaster* sp.14, *Polyrhachis* sp.02. Sedangkan yang berukuran medium seperti *Technomyrmex* sp.03 juga diperoleh dari strata pohon. *Technomyrmex* sp.03 merupakan salah satu jenis semut yang termasuk dalam grup fungsional Dominan Dolichoderinae yang keberadaannya mempengaruhi keberadaan jenis semut lain. Memiliki sifatnya sangat aktif dan agresif ketika terjadi persaingan untuk mendapatkan makanan dengan jenis semut lain. Semut ini biasanya memiliki bau yang menyengat sehingga mempengaruhi spesies semut lain untuk tidak masuk dalam area yang sudah ada spesies dominan itu.

Penelitian terhadap keanekaragaman semut pada berbagai strata dalam waktu jangka panjang sangat diperlukan terutama pada lahan yang mengalami transformasi. Perubahan dalam jangka waktu lama dikhawatirkan akan mengubah interaksi spesies dengan spesies sedemikian rupa sehingga beberapa spesies akan punah secara lokal, bukan karena efek langsung dari modifikasi habitat, melainkan karena efek tidak langsung bahwa modifikasi habitat telah di interaksi spesies langsung hilangnya keanekaragaman hayati (Perfecto dan Vandermeer 1996).

5. KESIMPULAN

Strata habitat semut pada lahan transformasi tidak mempengaruhi keanekaragaman dan struktur komunitas semut. Jenis semut yang memiliki perilaku hidup di ketiga strata didominasi oleh semut invasif, yaitu *Anoplolepis gracilipes*. Spesies *crptic* banyak ditemukan di tanah dan serasah dan spesies dominant *dolichoderinae* banyak ditemukan di strata pohon.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

- Institut Pertanian Bogor – Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian.
- Collaborative Research Center 990 - *Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems - Subgroup B09 - Aboveground patterns of biodiversity and associated ecosystem processes across tropical rainforest transformations.*
- *Deutsche Forschungsgemeinschaft Germany.*
- Kementerian Pendidikan Nasional Indonesia.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bestelmeyer BT, Agosti D, Alonso LE, Brandao CRF, Brown Jr WL, C. JH, Delabie, Silvestre R (2000) Field techniques for the study of ground-dwelling ants. Di dalam: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR, editor. *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington DC (US): Smithsonian Institution Press. 122-144.
- [2] Bolton B (1994) Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge (US): Harvard University Press.
- [3] Clarke KR. 1993. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 18: 117-143.
- [4] FAO (2010) Global Forest Resources Assessment 2010 (Main report). Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations.
- [5] Hashimoto Y (2003) Identification guide to the ant genera of borneo. Di dalam: Hashimoto Y, Rahman H, editor. *Inventory and collection: Total protocol for understanding of biodiversity*. Kota Kinabalu (MY): Research and Education Component, BBEC Programme (Universiti Malaysia Sabah). 310pp.
- [6] Kaspari M, Yuan M, Alonso L (2003) Spatial grain and the causes of regional diversity gradients in ants. *The American Naturalist*. 161(3): 459-477.

- [7] Oliveros, J.C. (2007-2015) Venny. An interactive tool for comparing lists with Venn's diagrams.
<http://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/venny/index.html>
- [8] R-Development CT. 2016. *R: A language and environment for statistical computing* [internet]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; diunduh Tersedia pada: <http://cran.r-project.org/>
- [9] Rubiana R, Rizali A, Denmead LH, Alamsari W, Hidayat P, Pudjianto, Hindayana D, Clough Y, Tschardt T, Buchori D (2015) Agricultural land use alters species composition but not species richness of ant communities. *Asian Myrmecology Volume 7*: 1 – 13.
- [10] Schroth G, Faria D, Araujo M, Bede L, Bael SAV, Cassano CR, Oliveira LC, Delabie JHC (2011) Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia. Brazil: Biodiversity Conservation.

Makro dan Meso Fauna Tanah di Areal Reklamasi Tambang Batubara PT Singlurus Pratama, Kalimantan Timur

Ishak Yassir¹, Ike Mediawati², Mukhlisi³

¹²³Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam Samboja
Jalan Soekarno Hatta km 38 Balikpapan
ishak_yassir@yahoo.com

Abstrak

Makrofauna dan mesofauna tanah merupakan kelompok organisme yang berperan vital dalam proses dekomposisi bahan organik. Kehadirannya dapat menjadi salah satu bioindikator perbaikan kualitas tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan dan peran makrofauna dan mesofauna tanah pada areal reklamasi bekas tambang batubara PT. Singlurus Pratama umur 1 s.d 4 tahun. Metode penelitian yang dilakukan menggunakan pitfall trap sebanyak 3 (tiga) buah yang diletakkan pada setiap petak penelitian serta pembuatan monolit ukuran 50 x 25 cm. Selanjutnya, identifikasi jenis-jenis makrofauna dan mesofauna tanah yang tertangkap dilakukan dengan pengelompokan atau identifikasi pada tingkat ordo dan suku di laboratorium Balitek KSDA, Samboja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada areal reklamasi pasca tambang batu bara umur 1 s.d 4 tahun berhasil teridentifikasi 8 famili makrofauna dan 2 genus mesofauna. Kelimpahan dan komposisi jenis terlihat semakin meningkat selaras dengan peningkatan umur tanaman reklamasi. Famili Formicidae (semut) dapat ditemukan pada setiap petak umur tanaman reklamasi dan memiliki kelimpahan tertinggi, sedangkan mesofauna cacing tanah mulai hadir sejak tanaman reklamasi berumur 2 tahun. Secara alami organisme tersebut berperan dalam memperbaiki kualitas tanah dalam hal peningkatan kapasitas aerasi, infiltrasi air, dan pemindahan bahan organik dari permukaan tanah dengan membuang terowongan/lubang di tanah.

Kata Kunci: Makrofauna; mesofauna; bioindikator; reklamasi tambang; PT. Singlurus Pratama

1. PENDAHULUAN

Organisme di dalam tanah baik pada ekosistem hutan maupun ekosistem yang terganggu, seperti lahan bekas tambang batubara, sangat penting keberadaannya. Tidak hanya sebagai pengurai bahan organik, organisme tersebut juga berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah (terutama unsur nitrogen, fosfor dan sulfur), meningkatkan kapasitas tukar kation, serapan air, perbaikan struktur tanah dan formasi tanah (Breemen dan Buurman, 1998; Fisher dan Binkley, 2000; Hanafiah *et al.*, 2003). Aktivitas organisme tanah tersebut dan jumlah populasinya dipengaruhi kondisi tanah, cuaca terutama curah hujan dan kelembaban, serta tipe vegetasi penutup lahan (Fisher dan Binkley, 2000; Hanafiah *et al.*, 2003). Dengan demikian, karakteristik ekosistem hutan dengan karakteristik lahan bekas tambang batubara yang berbeda dapat menjadi penyebab perbedaan keanekaragaman jenis mesofauna dan makrofauna di kedua ekosistem tersebut.

Karakteristik lahan bekas tambang batubara umumnya panas, terbuka, miskin hara, dan mudah tererosi. Hal tersebut mempengaruhi jumlah jenis, populasi dan aktivitas organisme tanah di ekosistem yang terganggu tersebut.

Adanya perubahan jumlah jenis, populasi dan aktivitas organisme tanah di lahan bekas tambang yang direstorasi mungkin dapat menjadi indikator perbaikan kualitas tanah. Kemungkinan tersebut telah diteliti oleh Andersen dan Sparling (1997) yaitu dengan menggunakan semut sebagai indikator untuk menilai keberhasilan kegiatan restorasi hutan di Australia, lalu van Straalen (1998) dan Nakamura *et al.* (2003) yang mempergunakan arthropoda sebagai bioindikator kondisi tanah yang sehat dan indikator keberhasilan kegiatan restorasi.

Selain penelitian tersebut, studi penggunaan organisme tanah sebagai indikator pemulihan terhadap kualitas tanah terutama di ekosistem terganggu juga sudah pernah dilakukan di Indonesia. Hilwan dan Handayani (2013) dalam studinya tentang keanekaragaman mesofauna dan makrofauna pada lahan bekas tambang timah di Kepulauan Bangka Belitung menyebutkan bahwa umur vegetasi, perubahan sifat fisika dan kimia tanah sangat menentukan keanekaragaman jenis mesofauna dan makrofauna tanah. Hasil penelitian di lahan bekas tambang timah ini juga selaras dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurtjahya *et al.* (2007). Dalam penelitian tersebut diketahui densitas populasi Collembolla (mesofauna tanah) meningkat selaras dengan meningkatnya umur tanaman dan kandungan bahan organik di tanah.

Khusus di Indonesia, studi terkait dengan makrofauna tanah dan mesofauna khususnya pada lahan-lahan bekas tambang batubara masih sedikit. Beberapa studi yang pernah dilakukan bukan pada lahan bekas tambang batubara melainkan pada lahan-lahan bekas tambang timah di Pulau Bangka. Contohnya studi tentang populasi Collembolla (Nurtjahya *et al.*, 2007) dan keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah (Hilwan dan Handayani, 2013). Oleh karena itu, penelitian tentang makrofauna dan mesofauna tanah ini penting dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keberadaan dan peran makrofauna dan mesofauna tanah pada areal reklamasi bekas tambang batubara umur 1 s.d 4 tahun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mengenai keberadaan dan peran dari makrofauna dan mesofauna tanah pada areal reklamasi bekas tambang batubara terutama dikaitkan dengan kondisi tanah, tipe vegetasi penutup dan umur tanaman.

2. METODE PENELITIAN

2.1 TEMPAT DAN WAKTU

Penelitian ini dilakukan tahun 2014 (April s.d Desember) di PT. Singlurus Pratama, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

2.2. BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

Bahan dan alat penelitian yang dipergunakan adalah GPS, pita ukur, meteran, galah ukur, teropong, jangka sorong, cangkul, timbangan digital, penggaris, kamera, komputer, *tally sheet*, alat ukur, pipet, cairan gula, alkohol dan buku identifikasi cacing (Hanafiah *et al.*, 2005; buku kunci determinasi serangga, 1991).

2.3 PROSEDUR PENELITIAN

Metode Pengumpulan data makrofauna dan mesofauna tanah di lahan reklamasi berumur 1 s.d 4 tahun dan hutan sekunder dilakukan dengan mempergunakan metode perangkap gelas (*pitfall trap*). Gelas jebakan dipasang 3 (tiga) buah pada masing-masing petak penelitian. Jenis-jenis makrofauna dan mesofauna tanah yang tertangkap selanjutnya akan dilakukan pengelompokan atau identifikasi pada tingkat ordo dan suku di laboratorium Balitek KSDA, Samboja. Dalam penelitian ini pengelompokan makrofauna tanah adalah kelompok fauna tanah yang berukuran di atas 10 mm, sedangkan mesofauna tanah adalah berukuran 0.2 s.d 10 mm (Hanafiah *et al.*, 2003). Khusus pengambilan sampel cacing tanah di masing-masing petak dilakukan dengan cara membuat monolit tanah berukuran 50 cm x 25 cm hingga kedalaman \pm 20 cm. Cacing dalam tanah yang ditemukan dalam monolit diambil dan dikumpulkan satu persatu dengan tangan untuk kemudian dihitung jumlah populasi dan setelah itu dibawa ke laboratorium Balitek KSDA untuk diidentifikasi dan dikelompokkan baik pada tingkat ordo maupun tingkat famili. Data hasil indentifikasi dari makrofauna dan mesofauna tanah akan dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok yaitu arthropoda (semut, jangkrik, laba-laba, kecoa, lipan, kepik/kutu, dan hewan sejenis lainnya) dan non arthropoda (cacing).

Selain pengumpulan data mesofauna dan makrofauna tanah, dalam penelitian ini juga akan dilakukan pengambilan sampel tanah secara komposit pada kedalaman 0-30 cm pada masing-masing petak penelitian untuk dianalisis sifat fisika dan kimia tanahnya. Analisa sifat fisik dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Pusat Studi Reboisasi Hutan Tropis Lembab, Universitas Mulawarman, sedangkan metode petak tumbuhan dan informasi struktur dan komposisi jenis dimasing-masing petak contoh mengacu dan telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya (Yassir *et al.*, 2013).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 KONDISI UMUM VEGETASI

Kegiatan reklamasi dan revegetasi PT. Singlurus Pratama khususnya di areal tanam tahun 1 s.d 4 tahun menggunakan tanaman pokok Sengon (*Paraserianthes falcataria*), Akasia (*Acacia mangium*), Laban (*Vitex pinnata*), Jambu-jambu (*Syzygium* sp.), Nyawai (*Ficus variegata*), dan beberapa jenis tanaman lokal sisipan lainnya seperti Meranti (*Shorea leprosula*) dan Pulaui (*Alstonia iwahigensis*). Hasil penelitian terkait dengan kondisi vegetasi secara lengkap telah dilaporkan oleh penelitian sebelumnya oleh Yassir *et al.* (2013). Secara ringkas kondisi vegetasi di lokasi penelitian tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi umum vegetasi pada petak penelitian di PT. Singlurus Pratama

Petak contoh (Sample plots)	Tanaman pokok (<i>The main plant</i>)	Tumbuhan bawah dominan (<i>Dominant seedlings</i>)	Tumbuhan alami dominan (<i>Dominant natural plant</i>)	Stratifikasi Tajuk (<i>Canopy stratification</i>)
Umur 1 tahun	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Calopogonium mucunoides	<i>Homalanthus populneus</i>	E-D
	<i>Ficus variegata</i>	<i>Clotalaria juncea</i>	<i>Melastoma malabathricum</i>	
		<i>Oryza sativa</i>	<i>Trema tomentosa</i>	
		<i>Scleria</i> sp., etc.	<i>Trema cannabina</i> , etc	
Umur 2 tahun	<i>Ficus variegata</i>	<i>Scleria</i> sp.	<i>Homalanthus populneus</i>	E-D
	<i>Vitex pinnata</i>	<i>Panicum</i> sp.	<i>Melastoma malabathricum</i>	
	<i>Syzygium</i> sp.	<i>Paspalum</i> sp.	<i>Trema tomentosa</i>	
	<i>Shorea balangeran</i>	<i>Imperata cylindrica</i>	<i>Trema cannabina</i>	
	<i>Schima walichii</i>		<i>Mollutus paniculatus</i>	
	<i>Bridelia glauca</i> , etc		<i>Macaranga gigantea</i> , etc.	
Umur 3 tahun	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Calopogonium mucunoides	<i>Homalanthus populneus</i>	E-D-C
	<i>Acacia mangium</i>	<i>Scleria</i> sp.	<i>Melastoma malabathricum</i>	
	<i>Shorea leprosula</i>	<i>Panicum</i> sp.	<i>Macaranga gigantea</i>	
		<i>Paspalum</i> sp.	<i>Macaranga trichocarpa</i>	
		<i>Imperata cylindrica</i> , etc	<i>Mollutus paniculatus</i>	
			<i>Fordia splendidissima</i> , etc	

Keterangan: E= Lapisan tumbuhan penutup; D=Lapisan tumbuhan dengan tinggi 1-4 m; C=Lapisan tumbuhan dengan tinggi 4-20 m dengan tajuk kontinu (Soerianegara dan Indrawan, 1988)

Tabel 1 menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya umur tanaman terjadi penambahan jenis-jenis baru yang hadir melalui regenerasi alami. Perubahan stratifikasi tajuk terutama memasuki umur tanaman setelah 2 tahun juga terjadi secara bersamaan yaitu dominasi jenis tumbuhan dengan tinggi antara 1 s.d 4 m meningkat menjadi 4 s.d 20 m. Perubahan stratifikasi dan luasan tajuk tanaman akan berdampak pada perubahan iklim mikro secara langsung juga pada keberagaman dan aktivitas organisme lain yang tumbuh di bawah tanaman tersebut.

3.2 KONDISI UMUM SIFAT FISIKA DAN KIMIA TANAH

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa umumnya jenis tanah di lokasi penelitian adalah podzolik merah kuning. Hasil ringkasan data dari sifat fisika dan kimia tanah pada petak penelitian tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat fisika dan kimia tanah di petak penelitian pada kedalaman 0-30 cm

No	Parameter (Parameter)	Petak Penelitian (Tahun) (Sample plots) (Year)					Keterangan (Remarks)
		1	2	3	4	Hutan Sekunder	
1.	Ketebalan BO (cm)	0-0.2	0-0.5	0-2	0.5-3	3-5	
2.	Bulk density (g cm ⁻³) (0-10 cm)	1.17- 1.37	1.19- 1.63	1.11- 1.50	1.10- 1.70	0.87-1.04	
3.	pH (H ₂ O)	3.5-4.3	4.1-4.3	3.6-3.8	3.6-3.7	3.9-4.5	Sangat masam
4.	C (%)	0.67- 0.83	0.78- 0.90	1.19- 1.63	1.30- 1.78	2.49-2.68	Sangat rendah sd. sedang
5.	N total (%)	0.07- 0.09	0.06- 0.07	0.07- 0.12	0.06- 0.08	0.20-0.39	Sangat rendah
6.	Ca ⁺	0.34- 0.35	0.39- 0.70	0.25- 0.36	0.13- 0.16	0.57-1.42	Sangat rendah
7.	Mg ⁺	0.17- 0.32	0.14- 0.17	0.14- 0.32	0.21- 0.47	0.30-0.65	Sangat rendah s.d rendah
8.	C/N Ratio (%)	9.22- 9.57	12.86- 13.0	13.58- 17.0	21.67- 22.25	6.87-12.45	Rendah s.d tinggi
9.	P ₂ O ₅ Bray 1 (ppm)	0.37- 0.68	0.99- 1.11	1.05- 1.67	1.61- 1.92	4.41-8.20	Sangat rendah
10.	K ₂ O Bray 1 (ppm)	41.3- 50.5	48.7- 59.1	53.1- 55.1	41.5- 44.6	49.9-66.8	Tinggi
11.	KTK (meq/100 gr)	11.2- 11.9	10.0- 11.8	9.83- 10.3	6.70- 8.42	7.95-12.4	Rendah
12.	Kejenuhan basa (%)	30.0- 32.8	41.6- 59.6	39.9- 41.5	39.6- 46.9	40.3-65.1	Rendah s.d tinggi
13.	Kejenuhan Al (%)	53.6- 67.0	39.7- 49.9	52.3- 59.3	43.6- 59.4	24.9-41.9	Sedang s.d tinggi
14.	Pyrite (FeS ₂)	0.16- 0.20	0.20- 0.61	0.11- 0.14	0.35- 5.42	0.14-0.25	
	Tekstur Tanah						
1.	Debu (silt)	22	19	27	13	25	

2.	Liat (clay)	51	41	33	37	35	
3.	Pasir (sand)	27	40	40	50	40	
	Tekstur	Liat (clay)	Liat (clay)	Lempun g berliat (clay loam)	Liat berpasir (sandy clay)	Lempung berliat (clay loam)	

Tabel 2 menunjukkan secara umum bahwa petak penelitian dalam kondisi miskin hara (termasuk hutan utuh sekunder). Hal ini ditunjukkan dengan nilai pH tanah, N-total, C-Organik, Ca⁺, Mg⁺, P, K dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah pada petak penelitian berada dalam kondisi kisaran sangat rendah, rendah sampai dengan sedang. Pada tabel tersebut tampak pula bahwa pH tanah pada areal reklamasi berumur 1 s.d 4 tahun dalam kondisi sangat masam atau nilai pH tanah yang relatif rendah. Nilai pH yang sangat rendah akan dapat menyebabkan sulitnya unsur hara diserap tanaman, mengganggu perkembangan mikro organisme dan adanya unsur-unsur beracun bagi tanaman (Hardjowigeno, 1995). Meskipun pH tanah masam, kandungan bahan organik tanah dan ketebalannya meningkat selaras dengan meningkatnya umur tanaman. Peningkatan bahan organik tanah tersebut selain berkorelasi dengan tipe vegetasi penutup pada petak penelitian seperti tersaji pada Tabel 1, juga diduga berkaitan dengan meningkatnya aktivitas dan peran organisme tanah pada petak penelitian.

Berdasarkan tabel 2 tersebut, tekstur tanah pada petak penelitian adalah liat, lempung berliat dan liat berpasir. Kerapatan lindak atau *bulk density* pada petak penelitian bervariasi di areal reklamasi berumur 1 s.d 4 tahun antara 1.10 s.d 1.70 g cm⁻³, sedangkan pada hutan sekunder lebih rendah yaitu berkisar 0.87 s.d 1.04 g cm⁻³. Kooch *et al.* (2007) menyatakan bahwa tekstur tanah dan kerapatan lindak merupakan variable penting yang mengontrol distribusi penyebaran jenis tanaman terutama didalam kaitannya menyediakan dan mengendalikan unsur hara, air dan oksigen.

3.3. KELIMPAHAN MAKROFAUNA DAN MESOFAUNA TANAH

Makrofauna dan mesofauna tanah mempunyai peranan penting dalam rantai makanan di tanah salah satunya sebagai dekomposer bahan organik tanah guna menyediakan unsur hara. Organisme tanah tersebut menghancurkan substansi nabati yang mati, kemudian bahan tersebut dikeluarkan dalam bentuk kotoran yang lebih lanjut akan diuraikan dengan bantuan bakteri sehingga terjadi proses mineralisasi. Hasil pengumpulan data di lapangan pada petak contoh di lokasi penelitian ditemukan makrofauna dan mesofauna tanah seperti tersaji pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 . Makrofauna dan Mesofauna tanah pada petak penelitian di PT. Singlurus Pratama

Makrofauna dan Mesofauna (<i>Macrofauna and Mesofauna</i>)			Petak Penelitian (Tahun) (<i>Sample Plots</i>) (<i>Year</i>) (Jumlah Individu) (<i>Number of individu</i>)				
Ordo	Famili	Nama Umum	1	2	3	4	Hutan Sekunder
Arthropoda-Makrofauna							
Hymenoptera	Formicidae	Semut	74	738	1357	1041	358
Orthoptera	Gryllidae	Jangkrik	18	1	6	2	7
Orthoptera	Blattidae	Kecoa	-	2	6	1	3
Dermoptera	Carcinophoridae	Cecopet	-	-	1	-	16
Hemiptera	Coreidae	Kepik/ kutu	1	1	-	3	-
Hemiptera	Reduviidae	Kepik/ kutu	-	1	-	-	-
Arthropoda-Mesofauna							
Colembola	Colembola	Colembola			1	8	7
Isopoda	Isopoda	Isopoda	-	6	-	9	-
Non Arthropoda- Makrofauna							
Ordo	Genus						
Oligochaeta	<i>Pheretima</i> sp.; <i>Lumbricus</i> sp.	Cacing	-	23	56	68	78
Jumlah hari x perangkap			15	15	15	15	15

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan komposisi kehadiran dan jumlah individu makrofauna dan mesofauna tanah pada masing-masing petak penelitian. Jumlah kelompok dan individu makrofauna tanah lebih banyak daripada mesofauna tanah. Terdapat 8 ordo dari 10 suku makrofauna dan mesofauna yang ditemukan. Dari 10 suku yang ditemukan, hanya dari suku Hemiptera yang tidak ditemukan pada hutan sekunder. Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan pula bahwa kehadiran kelompok semut (Hymenoptera), jangkrik (Orthoptera), kepik/kutu (Hemiptera) telah hadir di petak tanaman meskipun petak tersebut baru berumur 1 tahun.

Kehadiran semut (Formicidae) sangat penting untuk meningkatkan kesuburan tanah dan membantu penyerbukan. Semut dapat menggali sejumlah besar tanah sehingga menyebabkan terangkatnya nutrisi tanah. Tidak hanya berperan dalam kesuburan tanah, keberadaan semut dalam rantai makanan juga sangat penting. Selain sebagai pemangsa, semut juga adalah mangsa bagi berbagai serangga, laba-laba, reptil, burung, kodok, mamalia, bahkan tumbuhan karnivora (Hilwan dan Handayani, 2013). Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa kelimpahan populasi semut adalah yang tertinggi ditemukan pada areal reklamasi bekas tambang batubara, dibandingkan ordo lainnya. Tingginya populasi dari kelompok semut ini merupakan hal yang lazim karena kelompok semut adalah kelompok yang umum, menyebar luas dan sangat menyukai daerah-daerah yang tidak tergenang air. Distribusi dan populasi semut ditunjang dengan strategi hidup berkoloni dan bergotong royong, serta jalinan komunikasi yang baik antar individu sehingga semut dapat tersebar luas di berbagai ekosistem teresterial.

Andersen dan Sparling (1997) menyatakan bahwa kekayaan dan kelimpahan jenis semut berkorelasi dengan biomassa organisme tanah daripada kekayaan jenis tumbuhan di lokasi penelitiannya. Mengacu Tabel 3 terkait dengan pernyataan tersebut maka hasil penelitian ini juga menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu terjadi kecenderungan peningkatan jumlah individu semut terkait dengan peningkatan jenis organisme tanah lain yang ditemukan pada petak penelitian tersebut. Terlihat pada Tabel 3, di petak penelitian umur tanaman 3 tahun, populasi semut ditemukan lebih banyak daripada di petak lain. Hal ini kemungkinan ada kaitannya dengan keberadaan jenis organisme tanah lainnya seperti jangkrik, kecoa, cacing bahkan collembola. Keberadaan organisme tanah lain tersebut sangat penting, karena merupakan salah satu sumber pakan kelompok semut. Bangkai serangga lain yang kaya protein dapat menjadi sumber nutrisi semut. Berbeda dengan yang terjadi pada populasi semut di hutan sekunder, meskipun kelimpahan jenis serangga lainnya lebih banyak, jumlah individu semut yang ditemukan lebih sedikit. Hal ini mungkin disebabkan keberadaan predator semut yang tidak terdapat di petak-petak penelitian lain, misalnya tumbuhan insektivora, mamalia, atau laba-laba. Jumlah jenis yang kaya tetapi kelimpahan populasinya tidak tinggi seperti yang ditemukan di petak penelitian hutan sekunder juga membuktikan hutan yang dijadikan objek penelitian merupakan hutan tropis.

Selain semut, serangga lain yang ditemukan di lahan bekas tambang batubara adalah kelompok Orthoptera. Kelompok Orthoptera berperan sebagai penjaga keseimbangan ekosistem (Erawati dan Sih Kahono, 2010). Kelompok Orthoptera yang ditemukan dominan berasal dari famili Gryllidae (jangkrik) dan Blatidae (kecoa). Erawati dan Sih Kahono (2010) menyebutkan bahwa famili Gryllidae adalah kelompok herbivora (pemakan tumbuhan), sedangkan famili Blatidae adalah kelompok omnivora (pemakan segalanya). Meskipun demikian, Lavoie *et al.* (2007) berpendapat bahwa jangkrik juga termasuk kelompok omnivora. Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 3, Gryllidae (jangkrik) sudah ditemukan di areal reklamasi berumur 1 tahun, sedangkan untuk Blatidae (kecoa) baru hadir pada areal reklamasi berumur 2 tahun. Kehadiran dua kelompok serangga tersebut erat kaitannya dengan ketersediaan sumber

daya pakan pada areal reklamasi. Jangkrik dan kecoa akan mendekati makanan terutama yang memiliki bau tajam dan mengundang perhatian, seperti hewan yang telah mati sehingga kerap digolongkan juga sebagai pemakan bangkai (*scavengers*). Lebih lanjut, Lavoie *et al.* (2007) menjelaskan bahwa jangkrik diketahui memiliki preferensi pakan terhadap jamur, serangga mati, kotoran hewan, buah dan juga bunga. Sifat makannya yang cenderung generalis tersebut menjadi salah satu keuntungan untuk beradaptasi dan meningkatkan populasinya.

Ordo Dermaptera juga dikenal sebagai kelompok omnivora (Bassal *et al.*, 2001; Samudra *et al.*, 2013). Namun secara spesifik jenis Cocopet lebih dikenal sebagai predator/karnivora (Bangun *et al.* 2014). Kelompok ini hanya ditemukan pada areal reklamasi tanaman umur 3 tahun dan hutan sekunder saja. Ordo Dermaptera cenderung lebih menyukai habitat yang lembab, hidup di bawah celah serasah atau daun kering. Sebagaimana diketahui areal reklamasi bekas tambang batubara terutama umur 1 dan 2 tahun umumnya memiliki kelembaban rendah karena lebih terbuka dengan kondisi kelas penutupan tajuk E-D (belum kontinyu), sehingga memungkinkan cahaya matahari langsung mengenai permukaan tanah. Sementara itu, pada umur tanaman reklamasi 3 tahun telah mencapai kelas tajuk E-D-C dengan tinggi tanaman 4-20 m di mana tajuk telah kontinyu yang mampu membentuk iklim mikro dengan kelembaban yang sesuai untuk habitat Cocopet. Selain itu, minimnya kelimpahan Cocopet juga dapat dipengaruhi oleh sifatnya sebagai organisme predator. Karakteristik organisme predator adalah pada saat kondisi mangsa berkurang, maka Cocopet dapat berubah menjadi kanibal yang justru dapat menurunkan kelimpahannya secara drastis (Bangun *et al.*, 2014). Bila fenomena ini terjadi maka secara tidak langsung dapat diindikasikan bahwa stabilitas ekosistem pada areal reklamasi sampai dengan umur 3 tahun belum terbentuk karena belum terjadi keseimbangan dalam proses rantai makanan.

Ordo Hemiptera, khususnya kepik/kutu dari famili Coreidae dan Reduviidae teridentifikasi hadir hanya pada areal reklamasi namun tidak teridentifikasi pada kawasan hutan sekunder. Selain memakan bagian tumbuhan, sebagian jenis anggota famili Reduviidae juga dilaporkan menjadi predator bagi serangga lainnya seperti semut, laba-laba, kaki seribu, dan menghisap darah (Yildirim *et al.*, 2010; Weirauch *et al.*, 2014). Morfologi kepik umumnya sulit dideteksi karena mereka dapat menyamarkan warna tubuh (mimikri) sesuai dengan habitat yang ditempati. Dalam dunia pertanian, kepik/kutu kerap dianggap sebagai hama yang dapat mengganggu produktivitas pertanian monokultur (Prayogo, 2013). Kehadiran kepik di areal reklamasi pada awal-awal tahun penanaman juga di duga karena areal reklamasi memiliki keragaman jenis tumbuhan rendah namun kepadatan tinggi sehingga menyediakan makanan melimpah, terutama bagi kepik yang bersifat herbivora. Kecenderungan ini dapat dilihat dengan tidak teridentifikasinya kepik/kutu pada hutan sekunder yang secara alami memiliki keragaman jenis pohon lebih tinggi. Pada kondisi habitat dengan keragaman jenis pohon tinggi maka ekosistem akan menjadi lebih stabil dan mekanisme pengendalian populasi organisme terjadi alami melalui rantai makanan.

Khusus mengenai keberadaan mesofauna tanah, di lokasi penelitian hanya ditemukan 2 (dua) kelompok yaitu Collembola dan Isopoda. Hasil yang sama juga

dilaporkan oleh Wanner dan Dunger (2002) yang menemukan 2 kelompok mesofauna tersebut mempunyai kelimpahan tertinggi pada areal reklamasi tambang batubara di Jerman, bahkan Collembola teridentifikasi pertama kali tak lebih dari 15 bulan sejak reklamasi. Pada lokasi penelitian ini, Isopoda dapat ditemukan pada petak reklamasi umur 2 tahun namun Collembola justru ditemukan setelah umur tanaman reklamasi 3 tahun dan juga pada hutan sekunder. Keberadaan Collembola sangat berperan penting dalam proses dekomposisi serasah dan membentuk struktur mikro pada tanah (Rusek, 1998; Nurthjahya *et al.*, 2007). Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa keberadaan Collembola sangat berhubungan dengan meningkatnya umur tanaman reklamasi, dimana pada umur tanaman reklamasi 1 s.d 2 tahun tidak ditemukan Collembola, dan setelah umur 3 tahun baru ditemukan Collembola. Nurthjahya *et al.* (2007) menegaskan bahwa aktivitas, penyebaran Collembola dan keragaman Collembola sangat dipengaruhi oleh kelembaban atau iklim mikro, selain juga terkait dengan rantai makanan dan perbaikan kondisi tanahnya. Hasil penelitian ini mendukung pernyataan tersebut dimana disaat tajuk tanaman telah menutup (setelah umur 3 tahun) baru dijumpai kehadiran Collembola.

Berdasarkan Tabel 3 memperlihatkan bahwa kehadiran Collembola juga erat kaitannya dengan perbaikan kondisi tanah di lokasi penelitian, di mana ada kecenderungan meningkatnya kandungan bahan organik dan pH tanah sangat mempengaruhi keberadaan dari kelompok ini seperti tersaji pada Tabel 2. Peningkatan kandungan bahan organik menyebabkan semakin meningkatnya aktivitas Collembola sebagai sumber energi dan juga makanan. Firahtunissa dan Ilhamdi (2013) menegaskan bahwa Collembola hadir sebagai mesofauna tanah paling predominan dalam proses dekomposisi sampah dan hidupnya sangat tergantung sisa-sisa bahan organik terutama daun. Berdasarkan Tabel 2 semakin tua umur tanaman, kandungan dan ketebalan bahan organik akan meningkat dan mendorong kehadiran dan berkembangbiaknya jenis Collembola. Hasil penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurthjahya *et al.* (2007) yang menyebutkan bahwa Collembola berpotensi dapat dipergunakan sebagai indikator perbaikan kesuburan revegetasi pada tailing timah.

Isopoda kerap digunakan sebagai salah satu bioindikator utama pencemaran karena umum dijumpai pada habitat yang telah terpapar oleh logam berat. Isopoda mampu menetralkan logam berat yang telah masuk ke dalam tubuh melalui mekanisme fungsi organ hepatopankreas yang menghasilkan enzim untuk menguraikannya (Odendaal dan Reinecke, 2004). Hal ini bisa menjadi penyebab Isopoda hanya ditemukan pada areal reklamasi umur 2 dan 4 tahun. Kadar Fe pada areal reklamasi 2 dan 4 tahun tersebut memang relatif lebih tinggi daripada plot lain yaitu di atas 0,2 ppm (tabel 2). Isopoda juga termasuk ke dalam dekomposer yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh keberadaan biomassa dan kondisi tanah di habitatnya. Lisnawati *et al.* (2014) melaporkan Isopoda pada areal tanaman Hutan Tanaman Industri (HTI) *Acacia crassicarpa* baru ditemukan setelah tanaman berumur 3 tahun. Fenomena ini diduga disebabkan Isopoda sebagai organisme dekomposer kehadirannya sangat dipengaruhi oleh keberadaan tutupan vegetasi dan sumbangan bahan organik yang dihasilkannya. Bila dikaitkan dengan kondisi di lokasi penelitian tampak jika pada areal tanaman

reklamasi umur 1 tahun ketebalan bahan organik (permukaan tanah) masih cukup rendah karena produktivitas serasah dari vegetasi tajuk juga masih rendah.

Selain kelompok Collembola dan Isopoda, kelompok Oligochaeta (cacing) juga menunjukkan pola yang hampir sama dengan kehadiran Collembola. Kehadiran populasi kelompok Oligochaeta meningkat selaras meningkatnya umur tanaman. Hasil penelitian ini juga sama dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ardiyanto dan Yassir (2012) di PT. Kideco Jaya Agung yang menemukan jumlah populasi cacing meningkat selaras dengan meningkatnya umur tanaman reklamasi lahan bekas tambang di PT. Kideco Jaya Agung. Dengan membandingkan data sifat kimia dan fisika tanah di Tabel 2 dan data banyak cacing yang tertangkap di Tabel 3, diketahui bahwa terdapat korelasi antara ketebalan dan kandungan bahan organik tanah dengan banyak cacing yang ditemukan di petak penelitian. Dari kedua tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kehadiran dan populasi cacing meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman, meningkatnya ketebalan serasah, dan semakin membaiknya kondisi tanah. Fisher dan Binkley (2000) menyatakan kehadiran dan kelimpahan organisme tanah terutama cacing juga dipengaruhi dengan ketersediaan unsur kalsium. Pernyataan tersebut mendukung hasil penelitian ini yaitu kadar kalsium areal reklamasi yang relatif rendah dibandingkan hutan sekunder berpengaruh kepada perbedaan banyaknya cacing yang ditemukan.

Dari hasil identifikasi terhadap sampel cacing yang diambil diketahui bahwa pada petak penelitian areal reklamasi umur 2 s.d 4 tahun hanya ditemukan satu jenis saja yaitu *Pheretima* sp., sedangkan pada hutan sekunder selain ditemukan *Pheretima* sp., juga ditemukan jenis *Lumbricus* sp. Ketidakhadiran *Lumbricus* sp. sangat mungkin disebabkan bahwa jenis ini terlihat sangat rentan terhadap setiap perubahan kondisi lingkungan pada habitatnya sehingga membutuhkan waktu relatif lama untuk dapat kembali hadir pada tanah yang pernah ditambang. Indikasi ini diperlihatkan oleh Wanner dan Dunger (2002) yang melaporkan bahwa kelimpahan dan biomassa *Lumbricus* sp. pada areal reklamasi tambang batubara umur 46 tahun lebih tinggi bila dibandingkan pada areal berumur 33-37 tahun. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Hilwan dan Handayani (2013) membuktikan jika *Lumbricus* sp. pada areal reklamasi tambang timah di Bangka belum teridentifikasi meskipun telah berumur 12 tahun, kehadirannya baru teridentifikasi pada areal reklamasi yang telah berumur 19 dan 30 tahun. Hadirnya *Lumbricus* sp. dalam skala waktu yang lama tersebut dapat menjadi indikator yang sangat baik untuk mengetahui sejauh mana perbaikan kualitas tanah terjadi. Rentang waktu sejak dilakukan reklamasi sampai tahun pertama kali ditemukan *Lumbricus* sp. dapat menjadi ukuran waktu yang diperlukan untuk mengkaji stabilitas ekosistem lebih lanjut.

Efektivitas proses dekomposisi bahan organik *Lumbricus* sp. lebih baik dibandingkan dengan *Pheretima* sp., namun demikian *Pheretima* sp. memiliki adaptasi yang baik terhadap lingkungan dengan rentang pH rendah (sangat masam), kandungan C organik rendah, kadar P₂O₅ dan K₂O rendah, serta Kapasitas Tukar Kation (KTK) sedang (Anwar, 2009). Kecuali KTK dan K₂O, karakteristik lingkungan tanah ini sama persis dengan kondisi tanah di areal reklamasi tambang batubara. Interaksi antara cacing tanah, mikroba dan pasokan

bahan organik melalui guguran seresah vegetasi memiliki korelasi dalam mempengaruhi siklus hara di tanah. Peningkatan keragaman jenis dan kelimpahan cacing tanah dalam jangka panjang diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah tanah tambang yang rendah. Zulfadli *et al.* (2012) melaporkan aplikasi bioteknologi dengan induksi cacing pada lahan pertanian kedelai yang terkompaksi (mengalami pemadatan tanah) berpengaruh nyata terhadap peningkatan unsur N dan K tanaman, fungi selulolitik, rhizobium, jumlah cabang produktif, jumlah polong hampa, jumlah polong berisi, serta berat biji. Dengan demikian, secara alami seiring peningkatan interaksi antara cacing tanah dan kehadiran bahan organik dari seresah pada areal reklamasi juga akan semakin memberikan efek terhadap perbaikan kualitas tanah pada lahan tambang batubara yang terkompaksi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada areal reklamasi bekas tambang batubara PT. Singlurus Pratama umur 1 s.d 4 tahun ditemukan 4 ordo arthropoda makrofauna, 2 ordo arthropoda mesofauna, dan 1 ordo non arthropoda makrofauna. Hasil penelitian ini secara umum dapat menjelaskan bahwa keberadaan makrofauna dan mesofauna tanah baik jumlah jenis, populasi dan aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, cuaca terutama curah hujan dan kelembaban, metode pengolahannya, serta tipe vegetasi penutup lahan. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan pula bahwa keberadaan makrofauna dan mesofauna dapat memberikan indikasi proses perbaikan kualitas tanah terutama pada lahan atau tanah yang mengalami gangguan seperti lahan bekas tambang batubara.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan dan karyawan PT. Singlurus Pratama yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan Teknisi yang telah membantu dalam pengumpulan data di lapangan khususnya kepada saudara Yustinus Iriyanto, Sulton Afifudin, Teguh, Warsidi, Priyono, Deny A. Putra, dan Agung Siswanto. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Balitek KSDA beserta staf yang telah membantu kelancaran administrasi penelitian. Penelitian ini dibiayai oleh DIPA Balitek KSDA tahun anggaran 2014.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andersen, A.N., and G.P. Sparling. (1997). Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology* 5, 109-114.
- [2] Anonim. (1991). *Kunci determinasi serangga*. Program Nasional Pelatihan dan Pengembangan Pengendalian Hama Terpadu. Yogyakarta: IKAPI
- [3] Anwar, E.K. (2009). Efektivitas cacing tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus*

- sp. dan *Lumbricus* sp. dalam proses dekomposisi bahan organik. *Jurnal Tanah Tropika* 14 (2), 149-158
- [4] Ardiyanto W.N., dan I. Yassir. (2012). *Penanaman jenis lokal di lahan bekas tambang batubara, Kalimantan Timur*. Rencana Penelitian Tim Peneliti. Samboja: Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam
- [5] Bangun, D.M., S. Oemry., dan M.I. Pinem. (2014). Uji daya predasi *Forficula* sp. (Dermaptera : Forficulidae) dan *Dolichoderus* sp. (Hymenoptera: Formicidae) terhadap hama perusak pucuk kelapa *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Chrysomelidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroteknologi* 2 (2), 522-532
- [6] Bassal, T.T. M., El-Naggar, M.E., Fahmy, N.E., Dorrah, M.A.A., Sallam, M.H., and Salama, M.S. (2001). Carnivory, rate of digestion, and prey consumption by *Labidura riparia* (Dermaptera: Labiduridae). *Efflatounia*, 1, 13-19.
- [7] Erawati, N.V., dan Sih Kahono. (2010). Keanekaragaman dan kelimpahan belalang dan kerabatnya (Orthoptera) pada dua ekosistem pegunungan di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak. *Jurnal Entomologi Indonesia* 7 (2), 100-115
- [8] Firahtunissa., dan M.L. Ilhamdi. (2013). Perbandingan keanekaragaman dan predominansi fauna tanah dalam proses pengomposan sampah organik. *Jurnal Bumi Lestari* 13 (2), 413-421
- [9] Fisher, R.F., dan Binkley D. (2000). *Ecology and management of forest soils*. Jhon New York: Wiley & Sons, Inc.
- [10] Hanafiah, K.A., Anas, I., Napoleon, A., dan Ghoffar, N. (2005). *Biologi tanah*. Ekologi dan Makrobiologi Tanah. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- [11] Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- [12] Hilwan, I., dan Handayani, E.P. (2013). Keanekaragaman meso fauna dan makro fauna tanah pada areal bekas tambang timah di Kabupaten Belitung, Provinsi Kepulauan Bangka-Belitung. *Jurnal Silvikultur Tropika* IV (1), 35-41.
- [13] Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmanyar, M.A., and Pormajidian, M.R. (2007). Ecological distribution of indicator species and effective edaphical factor on the Northern Iran lowland forests. *Journal of Applied Science* 7 (11), 1475-1483.
- [14] Lavoie, K.H., K. L. Helf., and T. L. Poulson. (2007). The biology and ecology of North American Cave Crickets. *Journal of Cave and Karst Studies* 69 (1), 114-134.

- [15]Lisnawati, Y., H. Suprijo., E. Poedjirahajoe., dan Musyafa. (2014). Hubungan kedekatan ekologis antara fauna tanah dengan karakteristik tanah gambut yang didrainase untuk HTI *Acacia crassicarpa*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 21 (2), 170-178.
- [16]Nakamura, A., Proctor, H., and Catterall, C.P. (2003). Using soil and litter arthropods to asses the sate of rainforest restoration. *Ecological Management & Restoration* 4, 20-26
- [17]Nurtjahya, E., Setiadi, D., Guhardja, E., Muhadiona., dan Setiadi, Y. (2007). Populasi Collembola di lahan revegetasi tailing timah di Pulau Bangka. *Jurnal Biodiversitas* 8. (4), 309-313.
- [18]Odendaal, J.P., and A. J. Reinecke. (2004). Effect of metal mixtures (Cd and Zn) on body weight in terrestrial Isopods. *Environmental Contamination and Toxicology* 46, 377–384.
- [19]Prayogo, Y. (2013). Patogenesis cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) pada berbagai stadia Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika* 13 (1), 75 – 86.
- [20]Rusek, J. (1998). Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 7, 1207-1219.
- [21]Samudra, F.B., Izzati, M., dan Purnaweni, H. (2013). Kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda tanah di lahan sayuran organik “Urban Farming”. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya alam dan Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [22]Soerianegara, I., dan Indrawan A. 1998. *Ekologi hutan Indonesia*. Bogor: IPB, Fakultas Kehutanan.
- [23]Van Breemen, N. and Buurman, P., (2002). *Soil formation*. 2d Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [24]Van Straalen, N.M. (1998). *Community structure of soil arthropods as a bioindicator of soil health*. Edited by: Pankhrust, C., Doube, B.M., and Gupta, V.V.S.R. Biological Indicators of Soil Health. Wallingford: Cab International.
- [25]Wanner, M., and W. Dunger. (2002). Primary immigration and succession of soil organisms on reclaimed opencast coal mining areas in Eastern Germany. *European Journal of Soil Biology* 38, 137–143.
- [26]Weirauch, C., J.M. Bérenger, L. Berniker, D. Forero, M. Forthman., S. Frankenberg., A. Freedman., E. Gordon., R.H.Chamberlain., W. S. Hwang., S. A. Marshall., A. Michael., S. M. Paiero., O. Uдах., C. Watson., M. Yeo., G. Zhang., and J. Zhang. (2014). An illustrated identifi cation key to assassin bug subfamilies and tribes (Hemiptera: Reduviidae). *Canadian Journal of Arthropod Identification* 26, 1-113.

- [27]Yassir, I. (2013). Bersinergi dengan alam dalam mereklamasi hutan bekas tambang batubara. *Swara Samboja* 2 (2), 7-9
- [28]Yassir, I., Adman, B., dan Rinaldi, S.E. (2013). Keanekaragaman tumbuhan di lahan rehabilitasi bekas tambang batubara di PT. Singlurus Pratama. *Submitted on Indonesian Forest Rehabilitation Journal*.
- [29]Yildirim, E., P. Moulet., G. Külekçi., and Y. Bulak. (2010). Contribution to the knowledge of Reduviidae (Hemiptera) Fauna of Turkey. *Linzer biol. Beitr* 42 (1), 825-831.
- [30]Zulfadli., Muyassir., dan Fikrinda. (2012). Sifat tanah terkompaksi akibat pemberian cacing tanah dan bahan organik. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan* 1 (1), 54-61.

HUBUNGAN STRUKTUR LANSKAP DENGAN KEANEKARAGAMAN DAN KARAKTERISTIK SERANGGA PENGUNJUNG BUNGA MENTIMUN

Susilawati^{1*}, Akhmad Rizali², Damayanti Buchori¹, dan Pudjianto¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Jl. Kamper,
Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

²Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Jl.
Veteran, Malang 65145

* Email: susilawatisp.ss@gmail.com

Abstrak

Konversi habitat alami menjadi habitat pertanian menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat dan memengaruhi struktur dan fungsi dari suatu lanskap. Struktur lanskap pertanian yang terbentuk, dapat memengaruhi keberadaan dan kehadiran serangga pada lanskap tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari hubungan struktur lanskap dengan keanekaragaman dan karakteristik serangga pengunjung bunga pada pertanian mentimun. Penelitian dilakukan di lahan mentimun pada 16 lanskap pertanian yang terletak di Kabupaten Bogor, Cianjur dan Sukabumi. Di setiap lanskap dilakukan pengukuran struktur dan kompleksitas melalui digitasi dan pemetaan. Serangga pengunjung bunga diamati dan disampling dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh FAO tahun 2011. Serangga yang diperoleh diidentifikasi dan diukur panjang tubuhnya untuk mendapatkan keanekaragaman jenis dan karakteristiknya. Hasil analisis menunjukkan bahwa kompleksitas lanskap memengaruhi keanekaragaman jenis dan tidak memengaruhi ukuran tubuh serangga pengunjung bunga mentimun. Walaupun demikian, terdapat hubungan antara parameter lanskap khususnya classarea (CA) habitat semi-alami dengan keanekaragaman serangga pengunjung bunga dan mean patch size (MPS) habitat semi-alami dengan ukuran tubuh serangga pengunjung bunga. Semakin tinggi CA dan MPS habitat semi-alami maka keanekaragaman dan variasi dari ukuran tubuh serangga pengunjung bunga akan semakin tinggi. Sebagai kesimpulan, keberadaan habitat semi-alami di sekitar lahan pertanian memengaruhi variasi kehadiran dari serangga pengunjung bunga yang berperan dalam proses penyerbukan pada tanaman pertanian.

Kata kunci: Habitat semi-alami, karakteristik, keanekaragaman, kompleksitas lanskap, struktur lanskap.

PERAN SERANGGA PENYERBUK PADA PERTANAMAN MENTIMUN (*Cucumis sativus* Linn.)

Phika Ainnadya Hasan¹, Tri Atmowidi¹, Sih Kahono²

¹Departemen Biologi, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680
email:phkhasan@gmail.com

²Laboratorium Ekologi, Museum Zoologicum Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, LIPI
Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46, Cibinong, Bogor, 16911

Abstrak

Serangga penyerbuk berperan penting dalam membantu proses penyerbukan tanaman mentimun, yang memiliki polen besar dan lengket serta bunga jantan dan betina yang terpisah. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung keanekaragaman dan efektivitas serangga penyerbuk terhadap kualitas dan produksi hasil panen tanaman mentimun. Keanekaragaman serangga penyerbuk diamati menggunakan metode scan sampling, dan efektivitas serangga penyerbuk diamati menggunakan dua model perlakuan, yaitu tanaman terbuka dan tanaman dikurung kain kasa. Lima belas spesies serangga penyerbuk ditemui pada pertanaman mentimun yang termasuk dalam tiga ordo dan tujuh famili. *Xylocopa confusa* (30,4%) dan *Ceratina* sp. (43,77%) merupakan serangga penyerbuk dominan. Serangga penyerbuk tidak hanya membantu proses penyerbukan, tetapi juga meningkatkan kualitas dan produksi hasil panen. Terjadi peningkatan 12,5% jumlah buah pertanaman, 100% jumlah buah sehat pertanaman, 5,16% bobot buah, 40,23% diameter buah, 8,97% panjang buah, 77,61% jumlah biji dan 28,57% berat biji dengan bantuan serangga penyerbuk.

Kata Kunci: serangga penyerbuk, mentimun, produksi buah, efek penyerbukan

Diversitas dan Efektivitas Lebah Penyerbuk pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill: Solanaceae)

Andi Gita Maulidyah Indraswari Suhri^{1*}, Tri Atmowidi¹ dan Sih Kahono²

¹Departemen Biologi, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680.

²Laboratorium Ekologi, Museum Zoologicum Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, LIPI,
Jl. Raya Jakarta Bogor KM 46, Cibinong, Bogor, 16911.

*email: gitamaulidyah@gmail.com

Abstrak

Tomat (*Lycopersicum esculentum*) merupakan tanaman hermaphrodit dan mampu melakukan penyerbukan sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari diversitas lebah penyerbuk serta efektivitasnya pada pembentukan buah tomat. Diversitas lebah penyerbuk diamati dengan metode scan sampling. Dalam penelitian ini digunakan pertanaman dikurung dengan kain kasa dan tanaman terbuka untuk membandingkan buah hasil penyerbukan dengan dan tanpa lebah. Hasil penelitian menunjukkan terdapat sebelas spesies lebah yang ditemukan. Tiga jenis lebah dominan mengunjungi bunga tomat, yaitu *Xylocopa confusa*, *Amegilla cyrtandrae* dan *Ceratina cognata* (Hymenoptera: Apidae). Ketiga spesies tersebut merupakan lebah yang efektif sebagai penyerbuk, karena kesesuaian antara karakter morfologi lebah dengan struktur bunga tomat, dan frekuensi kunjungannya yang tinggi. Penyerbukan oleh lebah tersebut meningkatkan 8,92% bunga yang berhasil menjadi buah, 43% ukuran panjang buah, 189% jumlah biji/buah, 355% berat biji/buah pada tanaman tomat yang tidak dikurung.

Kata kunci: Diversitas, lebah penyerbuk, efektivitas, tomat (*Lycopersicon esculentum*).

Jenis-jenis Serangga di Palau Timor NTT

Andi Ernawati, Syahribulan

ABSTRAK

Penelitian mengenai Jenis-jenis Serangga di Palau Timor NTT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis serangga di pulau Timor NTT. Penelitian ini bersifat ekologi eksploratif dengan mengeksplorasi jenis-jenis serangga dengan menggunakan metode malaise trap, striping map pada Kab. Belu, TTU, TTS dan Rote. Hasil yang diperoleh yaitu pada Kabupaten Belu ditemukan 40 spesies serangga, Kab. TTU diperoleh 25 spesies` serangga, pada Kab. TTS diperoleh 32 spesies serangga dan pada Kab. Rote diperoleh 23 spesies serangga.

Kata Kunci: serangga, malaise trap.

Isolasi dan Karakterisasi Fragmen Gen Penyandi Enzim Kitinase dari Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Muzuni^{1*}

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Haluoleo (University of Halu Oleo), Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari 16232, Indonesia

Email: muzuni71@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh fragmen gen penyandi enzim kitinase dari tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.), dan untuk mengetahui karakteristiknya. Fragmen gen penyandi enzim kitinase diamati berdasarkan ada atau tidaknya pita DNA yang teramplifikasi pada proses PCR (Polymerase Chain Reaction). Karakteristik fragmen gen dilakukan dengan analisis blast, analisis exon dan intron, analisis peta restriksi, dan analisis hidrofobisitas. Hasil amplifikasi menunjukkan bahwa fragmen gen penyandi enzim kitinase yang diperoleh berukuran 1004 pb yang terdiri dari 810 pb ekson dan 194 pb intron. Berdasarkan analisis BLASTn menunjukkan bahwa sekuen DNA hasil isolasi memiliki tingkat homologi yang tinggi dengan sekuen DNA enzim kitinase Kelas I *Theobroma cacao* (U30324) sebesar 99%, demikian pula hasil analisis BLASTp menunjukkan bahwa sekuen asam amino fragmen DNA hasil isolasi mempunyai tingkat homologi yang tinggi dengan urutan asam amino enzim kitinase Kelas I *Theobroma cacao* (Q41596) sebesar 100%. Berdasarkan analisis restriksi menunjukkan bahwa sekuen fragmen gen penyandi enzim kitinase memiliki 7 situs pemotongan enzim restriksi endonuklease tipe II, yaitu AgeI, AseI, BstBI, BamHI, SspI, BmtI, dan BclI. Berdasarkan analisis hidrofobisitas menunjukkan bahwa fragmen gen penyandi enzim kitinase dominan berada daerah hidrofilik.

Kata Kunci: Kakao, gen kitinase, Polymerase Chain Reaction (PCR).

1. PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang mempunyai peranan penting dalam perekonomian nasional. Luas areal kakao di Indonesia sekitar 1.000.000 ha yang terdiri dari 89,4 % kakao rakyat, 5,04 % dikelola oleh pemerintah dan 5,52 % swasta. Hampir 50 % kakao dikategorikan tidak produktif lagi, karena adanya serangan hama dan penyakit tanaman yang dapat menurunkan kuantitas dan kualitas produksi serta tanaman kakao sudah berumur tua (7 dan 13). Produktivitas kakao rakyat berkisar antara 57-1300 kg/ha/tahun, masih di bawah rata-rata potensi produktivitas nasional 2000 kg/ha/tahun (5 dan 7). Salah satu penyebabnya adalah adanya serangan penyakit pada tanaman kakao.

Penyakit utama pada tanaman kakao disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* dan *Oncobasidium theobromae* (16). Akibat serangan penyakit tersebut menyebabkan kerugian yang sangat signifikan dikalangan petani di sentra-sentra produksi kakao. Serangan kedua penyakit ini telah memberikan kerugian sekitar 20–50% (4, 12, dan 16). Unit Pelaksana Teknis Dinas Balai Proteksi Tanaman Pertanian (UPTD-BPTP) Puuwatu 2012, melaporkan bahwa perkebunan kakao di Sulawesi Tenggara memiliki masalah mendasar yaitu adanya serangan *Phytophthora palmivora* dan *Oncobasidium theobromae*. *Phytophthora palmivora*

menyebabkan penyakit busuk buah dan kanker batang, *Oncobasidium theobromae* menyebabkan penyakit *Vesikular Sterk Dieback* (VSD) (16).

Perkembangan penyakit pada suatu tanaman dapat dikendalikan dengan adanya ekspresi sejumlah gen sebagai respon ketahanan (1). Gen yang terekspresi saat adanya serangan patogen diduga sebagai gen pengendali, sehingga cendawan tidak dapat berkembang lebih lanjut dalam sel. Respon ketahanan berhubungan dengan ekspresi gen penyandi enzim hidrolitik seperti kitinase dan β -1,3 glukukanase (9). Kitinase dihasilkan beberapa tanaman sebagai bagian dari sistem pertahanan melawan cendawan patogen karena kitinase dapat menghidrolisis komponen dinding sel cendawan patogen (2).

Pengendalian terhadap penyakit tersebut pada umumnya sulit dilakukan dan seringkali memberikan hasil yang tidak konsisten. Pengendalian penyakit umumnya dilakukan dengan menggunakan fungisida berbahan aktif tembaga yang dilakukan secara periodik untuk menjamin kepastian hasil. Pengendalian seperti ini membutuhkan biaya yang besar, yaitu sekitar 40% dari total biaya pemeliharaan (14). Adanya efek samping penggunaan fungisida terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat menyebabkan pengendalian kimiawi menjadi tidak efektif dan tidak ekonomis sehingga perlu alternatif pengendalian lain yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap fungisida. Pengembangan varietas tahan penyakit sangat penting dilakukan untuk mengurangi penggunaan fungisida.

Ketahanan tanaman dapat mengalami perubahan karena adanya perbedaan curah hujan pada suatu daerah. Perubahan tersebut, dapat menyebabkan pergeseran ketahanan tanaman pada suatu daerah sehingga perlu dilakukan pencarian terhadap varietas yang tahan penyakit, yaitu melalui teknik rekayasa genetika dengan mengintroduksi gen ketahanan terhadap penyakit ke dalam tanaman budidaya.

Salah satu strategi yang dapat digunakan untuk mengantisipasi serangan penyakit tanaman kakao adalah dengan melakukan isolasi gen yang terlibat dalam sistem pertahanan tanaman dari penyakit yang disebabkan oleh cendawan, kemudian mengkonstruksi tanaman kakao tahan penyakit melalui introduksi gen tersebut ke dalam genom tanaman sehingga tanaman tersebut tahan terhadap serangan cendawan. Salah satu gen yang terlibat dalam sistem pertahanan tanaman dari serangan cendawan adalah gen penyandi enzim kitinase. Gen penyandi enzim kitinase berukuran 1160 pb yang terdiri atas 966 pb ekson dan 194 pb intron, serta menyandi 321 asam amino. Dalam makalah ini akan membahas tentang isolasi fragmen gen penyandi enzim kitinase dari tanaman kakao dengan teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan mengkarakterisasi fragmen tersebut dengan analisis blast, analisis exon dan intron, analisis peta restriksi, dan analisis hidrofobisitas. Fragmen ini akan digunakan sebagai acuan dalam isolasi gen penyandi enzim kitinase utuh.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Genetika dan Biologi Molekuler FMIPA Universitas Halu Oleo Kendari. Kegiatan penelitian dimulai sejak Mei sampai September 2015.

Bahan tanaman yang digunakan adalah daun tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang dibudidayakan di Desa Andomesinggo, Kecamatan Besulutu, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Primer yang digunakan untuk mengamplifikasi fragmen gen kitinase adalah *Chic-F* (5'-TAGCCAATTTG GTTGGTGTGG-3') dan *Chic-R* (5'-CAATCTCGACTGCTACAACCA-3').

2.1. METODE PENELITIAN

Isolasi DNA

Isolasi DNA menggunakan metode CTAB (*Cetyl Trimetyl Ammonium Bromide*) (15). Sebelum dilakukan isolasi, terlebih dahulu buffer lisis disiapkan sesuai jumlah sampel yang akan digunakan. Sampel terlebih dahulu ditimbang sebanyak 0,1-0,2 gr, lalu digerus dengan bantuan pasir kuarsa. Sampel dimasukkan ke dalam *eppendorff* 1,5 ml dan ditambahkan 600 µl buffer lisis. Sampel diinkubasi selama 30 menit dengan suhu 65°C dan dibolak-balik setiap 5 menit. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam es selama 5 menit lalu disentrifugasi pada 10.000 rpm selama 10 menit. Supernatan diambil lalu dimasukkan ke dalam *eppendorff* baru ukuran 1,5 ml dan ditambahkan 1 x volume PCI (*Phenol-Chloroform-Isoamyl Alcohol*) yang berfungsi memisahkan kontaminan seperti protein dan senyawa - senyawa organik dengan DNA. Selanjutnya suspensi disentrifugasi pada 10.000 rpm, suhu 4°C selama 10 menit. Supernatan diambil dan dipindahkan dalam *eppendorff* 1,5 ml lalu ditambahkan dengan 0,1 volume sodium asetat 3 M pH 5,2, selanjutnya ditambahkan 2x volume etanol absolut, diinkubasi selama 2 jam kemudian disentrifugasi kembali selama 20 menit pada 10.000 rpm suhu 4°C. Selanjutnya pellet DNA dicuci dengan 0,5 ml etanol 70%, lalu dikeringkan kemudian dilarutkan dalam 20 µl H₂O. Larutan ditambahkan 100 µg/µl RNase, diinkubasi pada suhu 37°C selama 12 jam, selanjutnya disimpan pada suhu -4°C.

Amplifikasi Gen Penyandi Enzim kitinase dengan Primer Spesifik

Amplifikasi gen target menggunakan primer spesifik yaitu primer *Chic-F* dan *Chic-R*. Reaksi PCR dilakukan sebanyak 30 siklus dengan kondisi sebagai berikut: *pre-PCR* selama 5 menit pada suhu 94 °C; *denaturasi* selama 1,5 menit pada suhu 94 °C; *annealing* selama 1 menit pada suhu 55 °C; *extension* selama 1,5 menit pada suhu 72 °C dan *post-PCR* selama 5 menit pada suhu 72 °C.

Sekuensing/Pengurutan DNA

Pengurutan DNA menggunakan mesin pengurut DNA otomatis (Automated DNA Sequencer ABI Prism 310, Perkin-Elmer). Analisis dilakukan dengan menggunakan 1 sampel dengan kombinasi primer *forward* dan *reverse*. Pengurutan dilakukan dengan metode Sanger, menggunakan *terminator dye* berupa *fluorescent dye rhodamin (PRISM reaction dyedoaxy terminator cycle sequencing kit)*.

Analisis BLAST

Analisis kesejajaran lokal (*local alignment*) hasil pengurutan DNA dengan data yang ada di *GeneBank* dilakukan dengan program BLAST yang disediakan NCBI melalui www.ncbi.nlm.nih.gov/blast.

Analisis Enzim Restriksi

Analisis situs restriksi menggunakan program *RestrictionMapper* yang terdapat pada BioEdit versi 7.0.9.0.

Analisis Hidrofobisitas

Analisis hidrofobisitas menggunakan program BioEdit. Langkah awal yang dilakukan adalah menyimpan sekuen asam amino pada notepad, membuka aplikasi BioEdit pilih open lalu pilih sekuen asam amino yang sudah kita simpan dalam bentuk notepad, pilih *sequence*, protein, *kyte & dootittle mean hydrophobicity profile*, dan terakhir klik *run plot* sehingga akan diperoleh profil hidrofobisitasnya.

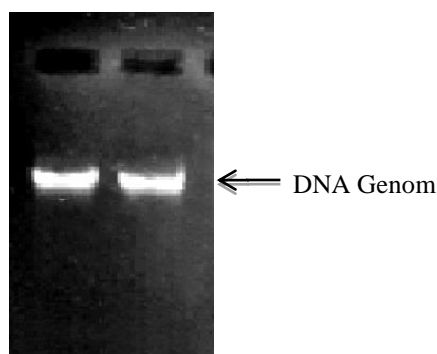
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gen penyandi enzim kitinase (gen ketahanan) sangat potensial untuk diaplikasikan dalam bidang pertanian (rekayasa genetik) untuk menghasilkan tanaman yang tahan terhadap serangan cendawan. Pada penelitian ini hanya dilakukan tahapan isolasi dan karakterisasi fragmen gen penyandi enzim kitinase dari tanaman kakao. Fragmen gen ini akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan isolasi gen penyandi enzim kitinase utuh.

Isolasi DNA Tanaman

Isolasi DNA dilakukan untuk mendapatkan DNA yang digunakan sebagai cetakan dalam perbanyakan sekuen DNA target. Sekuen DNA target tersebut merupakan kandidat gen kitinase. Proses isolasi dilakukan menjadi beberapa tahap, yaitu: lisis menggunakan detergen kationik, CTAB (*Cetyl trimethyl ammonium bromide*); ekstraksi DNA menggunakan PCI (*Phenol:Chloroform:Isoamy Alcohol*); dan pengendapan DNA menggunakan etanol absolut. CTAB merupakan sejenis deterjen yang dapat mendegradasi dinding sel, denaturasi protein, memisahkan karbohidrat, merusak membran sel dan melarutkan DNA. Ekstraksi DNA berfungsi untuk memurnikan DNA dari berbagai pengotor seperti protein, dan senyawa-senyawa organik lain. *Phenol* merupakan pelarut organik yang dapat mendenaturasi protein. Kloroform dan isoamil alkohol berfungsi untuk mengekstrak dan mengendapkan komponen polisakarida di dalam *buffer* ekstraksi yang mengkontaminasi larutan DNA (8). Kloroform tidak dapat bercampur dengan air dan kemampuannya untuk mendeproteinisasi berdasarkan kemampuan rantai polipeptida yang terdenaturasi untuk masuk ke dalam fase antara kloroform dan air. Konsentrasi protein yang tinggi pada fase antara tersebut dapat menyebabkan protein mengalami presipitasi. Fungsi lain dari penambahan kloroform adalah untuk menghilangkan kompleks CTAB dan meninggalkan DNA pada fase *aqueous* (17).

Pengendapan DNA dilakukan dengan sodium asetat dan etanol absolut. Penambahan etanol absolut harus dalam keadaan dingin agar pengendapan DNA maksimum. Penambahan sodium asetat pada tahap ini berfungsi menambah densitas DNA sehingga DNA lebih mudah mengendap. Penghilangan pengotor RNA dilakukan dengan penambahan enzim RNase sehingga dihasilkan DNA yang terbebas dari RNA dan siap dijadikan sebagai DNA cetakan pada saat PCR. Hasil isolasi DNA ditunjukkan pada Gambar 1.

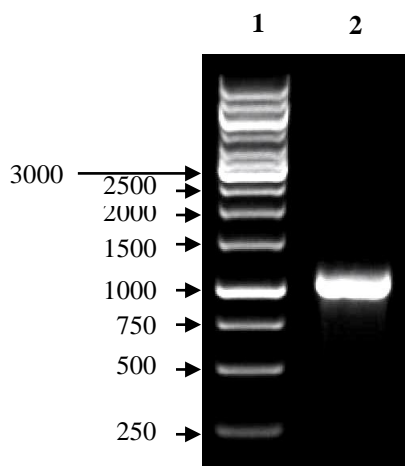


Gambar 1. Hasil elektroforesis isolasi DNA genom kakao

DNA hasil isolasi memiliki kuantitas dan kualitas yang cukup tinggi, yaitu masing masing 1390 $\mu\text{g/ml}$ dan 1,829 (data tidak ditunjukkan). Kualitas DNA yang baik apabila nilai rasio A_{260}/A_{280} sekitar 1,8 - 2,0. Kuantitas dan kualitas DNA genom sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses PCR. Kemurnian DNA yang rendah, misalnya karena adanya kontaminan berupa protein dan senyawa organik lainnya, dapat menghambat penempelan *primer* pada DNA (10 dan 18). Demikian juga kuantitas DNA cetakan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dalam reaksi PCR dapat mempengaruhi hasil amplifikasi. DNA cetakan yang digunakan sebaiknya berkisar antara 10^5 – 10^6 molekul (19).

Amplifikasi Fragmen Gen Penyandi Enzim Kitinase dengan PCR

PCR merupakan suatu metode enzimatik untuk melipatgandakan secara eksponensial suatu sekuen DNA tertentu. Proses yang terjadi dalam mesin PCR meliputi tiga tahap utama yaitu denaturasi (pemisahan untai ganda DNA), *annealing* (penempelan *primer*), dan ekstensi (pemanjangan *primer*). Proses yang dimulai dari denaturasi hingga ekstensi disebut sebagai satu siklus PCR. Setiap proses PCR dapat dilakukan sebanyak 25-45 siklus (6). DNA hasil isolasi digunakan sebagai cetakan untuk mengamplifikasi sekuen DNA target dalam PCR. Amplifikasi fragmen gen penyandi enzim kitinase menggunakan primer *Chic-F* dan *Chic-R*. Hasil elektroforesis produk PCR menggunakan gel agarosa 1% menunjukkan pita berukuran sekitar 1000 pb (Gambar 2).



Gambar 2. Hasil elektroforesis produk PCR. Keterangan : Sumur 1 = 1 kb ladder, Sumur 2 = DNA hasil PCR.

Gambar 2 di atas memperlihatkan bahwa primer *Chic-F* dan *Chic-R* dapat mengamplifikasi fragmen DNA. Fragmen ini diduga sebagai fragmen gen penyandi enzim kitinase tanaman kakao.

Analisis Sekuen Gen Penyandi Enzim Kitinase

Fragmen hasil PCR selanjutnya diurutkan nukleotidanya dan dianalisis. Hasil pengurutan DNA (*Sequencing*) menunjukkan bahwa fragmen hasil isolasi berukuran 1004 pb (Gambar 3). Analisis BLAST dilakukan dengan 2 cara, yaitu analisis yang berdasarkan sekuen DNA (BLASTn) dan analisis yang berdasarkan urutan protein (BLASTp). Untuk memastikan identitas sekuen DNA yang diperoleh, dilakukan analisis BLASTn. Hasil analisis penjajaran ditampilkan pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil analisis BLASTn menunjukkan bahwa sekuen DNA dari hasil isolasi dari tanaman kakao memiliki tingkat homologi tinggi dengan sekuen DNA enzim kitinase tanaman *Theobroma cacao* yang ada di *GeneBank* dengan kesamaan (*identities*) mencapai 99 %. Berdasarkan analisis BLASTp (data tidak ditampilkan) menunjukkan kesamaan (*identities*) 100 % dengan sekuen asam amino enzim kitinase *Theobroma cacao*. Semakin tinggi nilai *identities* semakin menunjukkan kemiripan dengan sekuen acuan pada *GeneBank* (11).

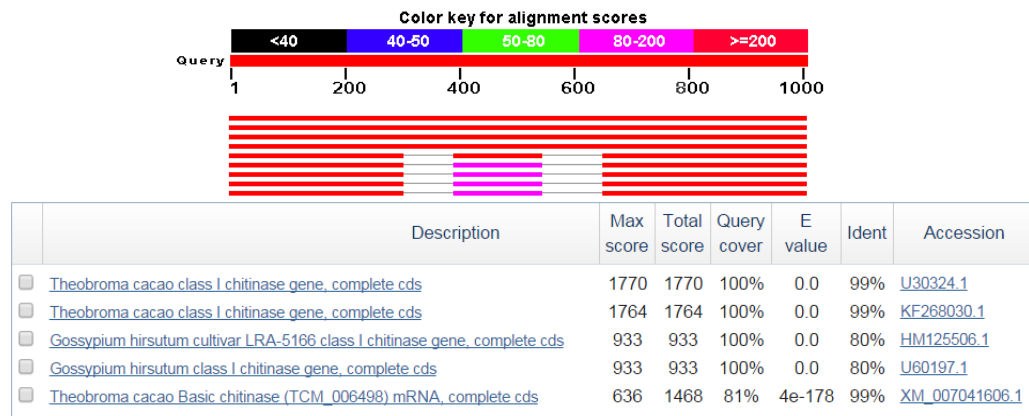
Posisi ekson dan intron dapat ditentukan dengan menggunakan program BioEdit. Hal ini dilakukan dengan menyelaraskan sekuen gen penyandi enzim kitinase dari tanaman kakao hasil isolasi dengan sekuen gen penyandi enzim kitinase pembanding yang tidak mengandung intron (*complete CDS*) dari *GeneBank*. Hasil penyelarasan menunjukkan bahwa sekuen gen penyandi enzim kitinase hasil isolasi terdiri atas 810 nukleotida ekson dan 194 nukleotida intron (Gambar 3).

```

1  TAGCCAATTTGGTTGGTGTGGCAACACTGATGACTACTGCAAAAAGGAAAATGGTTGCCA 60
61  GAGTCAGTGCAGCGGAAGCGGAGGTGATACTGGTGGACTTGATAGTCTGATAACAAGAGA 120
121 AAGGTTTGATCAGATGCTTTTGCATAGCAAAATGATGGTGGTTGTCTGCTCGTGGCTTCTA 180
181 TACCTATGATGCTTTTCATAGCTGCTGCGAAGTCTTTCCCTGCCTTCGCTACAACCGGTGA 240
241 TGATGCCACTCGCAAGAGGGAAGTTGCTGCTTTCTTGGCCCAAACCTTCTCACGAAACTAC 300
301 TGGTtagtccacttcgaaagttaatcacaaagttcaccatgttttgaacatgacttcac 360
361 gttttgagaattaatttgatgatgocgtaggtGGAGCAGGATGGGCTGCACCCGATGGTC 420
421 CATATACGTGGGGATACTGCTACAATAGGGAATTAAACCCCGCTGATTACTGCCAGTGGG 480
481 ATCCAAACTACCCTTGCGCTCCTGGTAAGCAATATTTTGGCCGGGGTCCAATGCAACTTA 540
541 CTTGGtaagcctttcaccgtttgctaattttcttttcttgaaatgtattttatggtaaggg 600
601 aaaattgttttggtgacatgggaataatcacttaacttttgatatatcaggAACTACAAC 660
661 TATGGGCAGTGTGGAAGAGCCATTGGGGTGGACCTATTAAACAACCCAGACCTGCTAGCA 720
721 ACTGATCCTACAATTTCTTTCAAGTCAGCGTTCTGGTTCTGGATGACTCCACAATCACCA 780
781 AAGCCTTCTTGCCACGATGTGATCATTGGGGCGTGGTCACCCTCCGGTAGCGACCAGGCG 840
841 GCAGGCCGGGTTCCAGGGTTTGGTTTGATCACAAATATTATCAATGGCGGCCTTGAATGT 900
901 GGTCAAGGTTGGAATGCAAAGGTAGAGGACCGCATTGGGTTCTATAAGAGGTATTGTGAC 960
961 ACACTTGGAGTTGGCTATGGTAACAATCTCGACTGCTACAACCA 1004

```

Gambar 3. Ekson (huruf kapital tebal) dan intron (huruf kecil berlatar) sekuen fragmen gen penyandi enzim kitinase hasil isolasi yang berukuran 1004 pb.



Gambar 4. Hasil Analisis BLASTn

Penentuan peta situs pemotongan enzim restriksi sekuen gen penyandi enzim kitinase bertujuan untuk mengetahui enzim restriksi yang dapat memotong gen penyandi enzim kitinase tanaman kakao dan dapat dimanfaatkan pada pengklonan gen. Peta restriksi dapat juga digunakan dalam analisis filogenetik antar spesies (3). Hasil analisis menunjukkan bahwa enzim-enzim tersebut tergolong dalam enzim *restriksi endonuklease* tipe II antara lain, yaitu: *AgeI*, *AseI*, *BamHI*, *BclI*, *BmtI*, *BssSI*, *BstBI*, *NheI*, dan *SspI*. Enzim restriksi memotong DNA utas ganda dengan memutus ikatan kovalen diantara fosfat dari suatu deoksiribonukleotida dengan gula dari deoksiribonukleotida yang berbatasan dengannya secara internal (*endonuklease*) atau mendegradasi *polinukleotida* DNA satu persatu dari ujung molekul DNA (*eksonuklease*) (20).

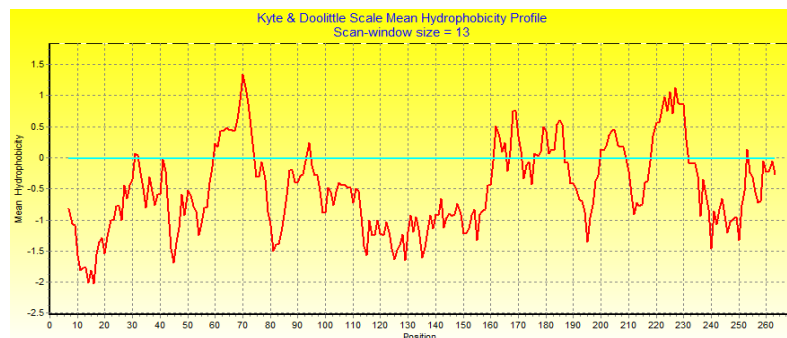
Analisis hidrofobisitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah enzim kitinase secara umum bersifat hidrofilik atau hidrofobik. Analisis ini dilakukan berdasarkan urutan asam amino (269 asam amino) yang dideduksi dari sekuen nukleotida gen hasil isolasi (Gambar 5).

```

1  SQFGWCGNTDDYCKKENGCSQCSGSGGDTGGLDSLITRERFDQMLLHRNDGGCPARGF 60
61  TYDAFIAAAKSFPATTTGDDATRKREVAFLAQTSHETTGGAGWAAPDGPYTWGYCYN 120
121  ELNPADYCWDPNYPGAPGKQYFGRGPMQLTWNYNYGQCGRAIGVDLLNNPDLLATDPT 180
181  SFKSAFWFWMT PQSPKPSCHDVIIGAWSPSGSDQAAGRVPGFGLITNIINGGLECGQGV 240
241  AKVEDRIGFYKRYCDTLGVGYGNLDCYN                                     269

```

Gambar 5. Deduksi asam amino gen penyandi enzim kitinase tanaman kakao



Gambar 6. Profil hidrofobisitas fragmen gen penyandi enzim kitinase hasil isolasi

Analisis hidrofobisitas pada penelitian ini menggunakan program BioEdit *Kyte and Doolittle*. Secara umum profil hidrofobisitas *Kyte and Doolittle* dibagi menjadi 2, yaitu hidrofilik apabila kurva berada pada skala negative (di bawah 0) dan hidrofobik apabila kurva berada pada skala positif (di atas 0). Berdasarkan hasil analisis hidrofobisitas, urutan asam amino enzim kitinase sebagian besar berada pada daerah hidrofilik (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa enzim kitinase merupakan enzim yang aktif pada daerah yang mengandung air. Tipe enzim ini adalah enzim hidrolase karena aktivitasnya dalam menghidrolisis kitin harus membutuhkan air.

4. KESIMPULAN

Fragmen DNA dari tanaman kakao telah berhasil diamplifikasi dengan teknik PCR menggunakan primer *Chic-F* dan *Chic-R* berukuran 1004 pb yang terdiri atas 810 pb ekson dan 194 pb intron, serta menyandi 269 asam amino. Fragmen DNA dan deduksi asam aminonya mempunyai kemiripan berturut-turut 99% dan 100% dengan gen kitinase tanaman kakao. Fragmen DNA mengandung enzim restriksi *endonuklease* tipe II antara lain, yaitu: *AgeI*, *AseI*, *BstBI*, *BamHI*, *SspI*, *BmtI*, dan *BclI*. Urutan asam amino enzim kitinase sebagian besar berada pada daerah hidrofilik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agrios GN (1996) Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [2] Budiani A, Susanti I, Mawardi S, Santoso AD, Siswanto (2004) Ekspresi β -1,3 Glukanase dan Kitinase pada Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Tahan dan Rentan Karat Daun. Menara Perkebunan 72(2): 57-71.
- [3] Campbell NA, Reece JB, and Mitchell LG (2004) Biologi Edisi ke-5 Jilid, 3. Erlangga. Indonesia.
- [4] Darmono TW (1994) Kemampuan Beberapa Isolate *Trichoderma* spp. dalam Menekan Inokulum *Phytophthora* sp. di dalam Jaringan Buah Kakao. Jurnal Menara Perkebunan. 25-30.
- [5] Dirjen Bina Produksi Perkebunan. 2004. Kebijakan Pola Pengembangan Kakao Indonesia. Mewujudkan Agribisnis Kakao Berwawasan Lingkungan dan Meningkatkan Industri Hilir. Simposium Kakao Jogjakarta 4-5 Okt 2004 9p.
- [6] Fairbanks DJ and Andersen WR (1999) Genetics: the continuity of life. Brooks/Cole Pub. pp. 322-326.

-
- [7] KKI (2006) Direktori dan Revitalisasi Agribisnis Kakao Indonesia dalam Menghadapi Era Globalisasi. Komisi Kakao Indonesia. Departemen Pertanian. 97.
 - [8] Ningrum EP (2008) Keragaman Gejala dan Penyebab Penyakit Keriting Kuning Cabai. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
 - [9] Nurhaemi (2006) Ekspresi Gen-Gen Responsif Terhadap *corynespora cassiicola* pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.). Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
 - [10] Padmalatha K and Prasad MNV (2006) Optimization of DNA isolation and PCR protocol for RAPD analysis of selected medicinal and aromatic plants of conservation concern from Peninsular India. *African journal of Biotechnology*, 5 (3):230-234.
 - [11] Prayuni K (2008) Isolasi dan Pengklonan Promoter Gen *lea3* yang Terinduksi Kekeringan dari Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Lokal Indonesia Kultivar Rojolele dan Batutege. *Skripsi*. FMIPA. UI. Depok.
 - [12] Purwantara A (1994) Infection, Sporulation and Survival of *Phytophthora palmivora* on Cocoa and Control of Pod Rot. Makalah. Puslit Biotek Perkebunan. Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia. 1-10.
 - [13] Puslitkoka (2006) Waralaba Benih Kopi dan Kakao. Rapat Koordinasi Persiapan Pelaksanaan Kegiatan 2006 dan Rencana Kegiatan 2007 dalam Rangka Peningkatan Kapabilitas BPTP. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Bogor.
 - [14] Rubiyo (2009) Kajian Genetika Ketahanan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora* Butl) Di Indonesia. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
 - [15] Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T (1989) *Molecular Cloning A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Lab Press, USA.
 - [16] Semangun H (2000) Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Gajah Mada University Press. 375-429.
 - [17] Surzycki S (2000) *Basic Techniques in Molecular Biology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

- [18] Weeden NF, Timmerman GM, Hemmat M, Kneen BE, and Lodhi MA (1992) Inheritance and reliability of RAPD markers. Applications of RAPD technology to plant breeding, 12-17.
- [19] Yuwono T (2006a) Teori dan Aplikasi Polymerase Chain Reaction. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [20] Yuwono T (2006b) Biologi Molekuler. Erlangga. Jakarta.

**PEMETAAN POTENSI PLASMA NUTFAH KOPI ARABIKA
TIPIKA (*Coffea arabica* L. var. *typica*) DI SULAWESI SELATAN
BERBASIS KAJIAN FENOTIPIK DAN ANALISIS DNA
MOLEKULER SSRs**

Andi Ilham Latunra

FMIPA, Jurusan Biologi, Universitas Hasanuddin, Makassar

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peta potensi plasma nutfah kopi arabika tipika melalui kajian fenotipik dan analisis DNA molekuler Simple Sequence Repeats (SSRs). Penelitian ini dilakukan melalui tahapan penelitian, yaitu pengamatan morfologi, mengekstraksi DNA kromosom dengan metode CTAB, mengamplifikasi dengan PCR menggunakan 18 primer dan menganalisis data dengan UPGMA melalui fungsi SIM QUAL pada program NTSYS versi 2.1(Rohlf, 2000). Hasil penelitian menunjukkan semua lokus SSRs berhasil mengamplifikasi 82 alel dari 32 genotip kopi serta membedakan secara fenotipik dan molekuler berdasarkan tingkat kemiripan genetik dan jarak genetik kelompok heterotik arabika varietas tipika dengan varietas kopi lainnya. Populasi kultivar elit tipika telah berumur 250 tahun hanya tersisa di Desa Be'do, Buk'buk, Pulu-pulu, Bukang Toraja dan di Desa Pojappong, Nating serta Buntu Sarong Enrekang. Habitat tersebut perlu diselamatkan sebagai lokasi sumber plasma nutfah ex situ kopi arabika tipika untuk keperluan konservasi maupun perakitan dan pemurnian turunan kopi unggul di masa mendatang.

Kata Kunci : *Coffea arabica* L. var *typical*, Sulawesi selatan, SSR

PENGUNAAN RAMUAN DAUN *Cassia alata* L. SECARA TRADISIONAL UNTUK MENGobati PENYAKIT KULIT SKABIES DI KABUPATEN KEEROM PAPUA

(Usage of Traditional Herb of *Cassia alata* L. to Treat Scabies Skin Disease at Keerom Papua)

Linus Yhani Chrystomo^{1*} dan Aditya Krishar Karim¹

¹. Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Cenderawasih, Jayapura

* Koresponding E-mail : chrysanka@yahoo.com , Hp : 081328440436

Abstrak

Banyak tumbuhan obat yang digunakan sebagai obat tradisional oleh masyarakat lokal dari 250 suku di Papua seperti tumbuhan obat antibakteri, antifungi, antivirus, antiplasmodium, anti-HIV, antihipertensi, antidiabetes, antikolesterol, antimalaria, antinematoda, antiinsekta, antipiretik, antialergi, antiasmatik, antifertilitas, antidepresi, antibisa, antikejang, antitumor, antitusif, imunostimulan, analgesik dll. Potensi tumbuhan obat dari Papua yang terkenal mempunyai kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat besar (megabiodiversity) perlu digali terus agar bermanfaat bagi kesehatan masyarakat Indonesia bahkan dunia. Salah satu tumbuhan obat yang biasa digunakan masyarakat Keerom untuk mengobati penyakit kulit adalah *Cassia alata* L. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengetahuan kearifan lokal masyarakat Keerom tentang pengobatan penyakit kulit skabies dengan menggunakan ramuan daun *C. alata* dapat mengurangi atau menyembuhkan gejala penyakit kulit skabies (gatal, eritroma/papula/vesikula, iritasi). Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar untuk pengembangan penggunaan tumbuhan obat dalam pengobatan tradisional dan pelayanan kesehatan dengan pengobatan tradisional, khususnya untuk pengobatan penyakit kulit skabies. Metode yang digunakan adalah observasi klinik terhadap subyek penelitian atau penderita penyakit kulit skabies yang telah didiagnosis oleh pengobat tradisional (battra) terhadap subyek penderita yang terinfeksi penyakit kulit skabies. Subjek penderita diolesi ramuan simplisia daun *C. alata* yang ditambah kapur sirih dilakukan 2X sehari sesudah mandi pagi dan sore hari. Pengamatan dilakukan 2 hari setelah diberi perlakuan sampai 7 hari untuk mengetahui efek penggunaan ramuan simplisia daun *C. alata* tersebut. Data hasil analisis data pengamatan observasi klinik dan wawancara menggunakan kuisioner terstruktur yang meliputi data nilai katagori rasa gatal, eritrema/ papula/vesikula dan iritasi kulit sebelum dan sesudah diberi ramuan tersebut kemudian dianalisis pre dan post test, secara statistik menunjukkan bahwa : 1). Penggunaan ramuan tradisional tumbuhan obat *C. alata* berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom ditambah kapur sirih untuk penyakit kulit skabies dapat mengurangi atau menghilangkan : rasa gatal, timbulnya papula/vesikula/eritrema dan kerusakan kulit atau iritasi karena infeksi penyakit kulit skabies. 2). Penggunaan ramuan tradisional tumbuhan obat *C. alata* berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom ditambah kapur sirih mempunyai efektifitas dapat menyembuhkan penyakit kulit skabies setelah 5 hari. Saran perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk pengujian praklinik penggunaan simplisia daun tumbuhan obat tersebut terhadap kultur skabies secara *in vivo* dan pengujian fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif dalam simplisia daun *C. alata* .

Kata kunci : *Cassia alata* L., observasi klinik, ramuan tradisional, penyakit kulit skabies.

1. PENDAHULUAN

Sejak jaman dahulu kehidupan manusia sangat bergantung pada lingkungan. Manusia selalu memanfaatkan lingkungan untuk mengatasi segala kesulitan yang dihadapi termasuk untuk mengobati penyakit, mencegah penyakit, memelihara kesehatan dan untuk kecantikan. Pada awalnya penggunaan tumbuhan sebagai obat dilakukan hanya berdasarkan pengalaman dan coba-coba, namun pada akhirnya diketahui bahwa tumbuhan tersebut mengandung senyawa bioaktif atau senyawa metabolit sekunder. Senyawa bioaktif tersebut kemudian dapat ditentukan mekanisme kerjanya secara ilmiah sehingga akhirnya dapat dikembangkan menjadi obat secara klinis (Wahyuono, 2006).

Kabupaten Keerom merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Papua yang terletak di Indonesia paling timur dan berdekatan dengan perbatasan negara Papua New Guinea. Menurut WHO West Pacific Region (2009) bahwa ada beberapa tumbuhan obat dari Papua New Guinea (termasuk Provinsi Papua Indonesia) yang digunakan masyarakat lokal sebagai obat penyakit kulit. Prevalensi penyakit kulit di Kabupaten Keerom Papua masih tinggi termasuk urutan nomor dua sesudah penyakit malaria.

Menurut Misra (2009) tumbuhan obat dapat menghasilkan senyawa bioaktif dapat digunakan untuk pengobatan penyakit dan beberapa tumbuhan obat di dunia termasuk di Indonesia telah digunakan secara tradisional untuk pencegahan dan pengobatan penyakit kulit.

Pengobatan alternatif yang dipilih sebagian penderita penyakit kulit scabies (*Sarcoptes scabiei*) adalah dengan memanfaatkan bahan alam dengan menggunakan tumbuhan obat. Hal ini disebabkan adanya keinginan masyarakat sendiri untuk kembali menggunakan bahan dari alam atau *back to nature* (Suhardiman *et al.*, 2004). Pengobatan tradisional masih tetap bertahan sampai sekarang contohnya pengobatan tradisional Cina, Ayurveda India, Kampo Jepang dan Jamu Indonesia (Sheng Tsay & Agrawal, 2005). Menurut WHO 80% penduduk di pedesaan masih menggantungkan pada pengobatan herbal untuk memelihara kesehatannya (Sakarkar & Deshmukh, 2011).

Umumnya penyakit kulit skabies yang ditimbulkan akibat infestasi *S. scabiei* pada hewan mempunyai gejala klinis hampir sama, yaitu gatal-gatal apabila digaruk akhirnya timbul peradangan kulit. Bentuk eritema dan papula akan terlihat jelas pada daerah kulit yang tidak ditumbuhi rambut. Apabila kondisi tersebut tidak diobati, maka akan terjadi penebalan dan pelipatan kulit disertai dengan timbulnya kerak (Walton *et al.*, 2004).

Andayani (2015) mengatakan bahwa untuk mengatasi penyakit kulit skabies masyarakat lokal Keerom menggunakan daun *Cassia alata* L. yang muda di tumbuk dan ditambahkan sedikit kapur sirih kemudian digosok di area kulit yang terinfeksi penyakit kulit skabies pada pagi dan sore hari sesudah mandi sampai sembuh. *Cassia alata* L merupakan salah satu tumbuhan obat yang berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom biasa digunakan secara turun temurun untuk menyembuhkan penyakit kulit scabies. Tumbuhan ini hidup dan menyebar di Kabupaten Keerom Papua (Gambar 1).

Berdasarkan pengetahuan pengobatan tradisional kearifan lokal (*local wisdom*) secara empiris masyarakat tersebut di atas ada kemungkinan campuran

ekstrak *C. alata* ditambah kapur sirih dapat menyembuhkan penyakit kulit skabies. Hal ini dimungkinkan karena adanya bahan aktif senyawa kimia yang dapat membunuh *S. scabies* dan menghilangkan gejala infeksi penyakit kulit skabies seperti timbulnya rasa gatal, eritema/vesikula/papula dan kerusakan kulit. sekaligus dapat mempercepat regenerasi kerusakan kulit akibat penyakit tersebut. Penelitian ini bertujuan membuktikan apakah observasi klinik penggunaan tumbuhan obat penyakit kulit skabies *C. alata* yang diramu secara tradisional berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom dapat mengurangi gejala penyakit kulit skabies (rasa gatal, eritema/vesikula/papula, kerusakan kulit) dan dapat menyembuhkan penyakit kulit skabies. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi dunia kesehatan, khususnya penanganan terhadap penyakit kulit skabies.



Gambar 1. Tumbuhan obat *C. alata* (Foto Pribadi)

2. METODE PENELITIAN

Bahan sampel tumbuhan obat penyakit kulit skabies *C. alata* yang diramu secara tradisional diambil dari wilayah Kabupaten Keerom Papua. Metode penelitian yang digunakan adalah observasi klinik dan wawancara menggunakan kuisioner terstruktur. Ramuan tumbuhan obat tradisional berdasarkan kearifan lokal (daun muda atau daun ke dua dari pucuk *C. alata* ditambah kapur sirih satu sendok teh kemudian ditumbuk) dioleskan pada kulit subyek penderita penyakit kulit scabies yang didiagnosis oleh pengobat tradisional (Batra) di wilayah Kabupaten Keerom Papua (2X sehari pagi dan sore hari sesudah mandi). Pengamatan dilakukan setiap hari sampai hari ke 7. Pengumpulan data dari pengamatan 3 variabel (rasa gatal, eritema, papilla, vesikula dan regenerasi kulit) dianalisis secara statistik. Populasi dan Sampel adalah subyek penderita penyakit kulit skabies setelah didiagnosis pengobat tradisional di wilayah Kabupaten Keerom sebanyak 20 subyek (Gambar 2).

Ramuan obat tradisional berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom
(Daun muda *C. alata* ditumbuk di tambah kapur sirih 1 sendok teh)

Subyek penderita penyakit kulit skabies (20)
(Hasil diagnosis Battra)

Pengumpulan data 3 variabel bebas

- rasa gatal
- eritema papilla vesikula
- regenerasi sel kulit

Analisis data secara statistik uji perbandingan

Kesimpulan

Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Subyek penderita penyakit kulit skabies di wilayah Kabupaten Keerom umumnya terinfeksi karena pola hidup dan kebersihan sanitasi yang kurang bagus. Dari hasil observasi klinik penggunaan ramuan campuran ekstrak *C. alata* ditambah kapur sirih terhadap 20 subyek penderita penyakit kulit skabies menunjukkan efektifitas atau pengaruh signifikansi yang bervariasi terhadap variabel rasa gatal, eritema/papula/vesikula dan kerusakan kulit (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil pengamatan deskriptif penggunaan ramuan simplisia *C. alata* ditambah kapur sirih terhadap 20 subyek penderita penyakit kulit skabies pada hari ke 5

No	Subyek	Variabel		
		Rasa gatal	Eritema/vesikula/papula	Kerusakan kulit
1	Yokbet	-	-	+
2	Markus	+	-	-
3	Yosafat	-	-	-
4	Maickel	-	-	-
5	Onik	-	-	-
6	Ardus	-	-	-
7	Maria	-	-	-
8	Elsa	-	-	-
9	Darius	-	+	-
10	Enos	-	-	-
11	Yansen	-	-	-
12	Anis	-	-	-
13	Kris	-	-	+
14	Kyame	-	-	-
15	Adolf	+	-	-
16	Lenv	-	-	-
17	Vincent	-	-	-
18	Xosias	-	-	++
19	Leonard	-	-	-
20	Latius	-	-	-

Keterangan :

- = efektif

+ = kurang efektif

++ = tidak efektif

Persentase dari hasil pengamatan deskriptif penggunaan ramuan campuran simplisia *C. alata* yang ditambah kapur sirih terhadap 20 subyek penderita penyakit kulit skabies pada hari ke 5 menunjukkan 90 % subyek tidak merasakan gatal dan hanya 10 % masih merasakan sedikit gatal atau tidak terlalu gatal, 95 % subyek tidak menunjukkan eritema/papula/vesikula dan hanya 5% yang masih menunjukkan sedikit eritema, 85 % menunjukkan adanya perbaikan kulit dari kerusakan akibat penyakit kulit skabies tersebut dan 15 % masih terlihat adanya kerusakan kulit akibat penyakit kulit tersebut (Tabel 1), hal ini disebabkan untuk meregenerasi kulit membutuhkan waktu yang cukup walaupun menurut Andayani (2015) kandungan alkaloid dan saponin pada daun *C. alata* dapat memperbaiki kerusakan sel-sel tubuh.

Hilangnya rasa gatal dan eritema/papula/vesikula pada kulit subyek penderita diduga kandungan senyawa *C. alata* mempunyai aktivitas sitotoksik yang dapat membunuh kutu skabies penyebab penyakit kulit tersebut hal ini sudah dibuktikan oleh Andayani (2015) bahwa hasil uji dengan metode *BSLT* terhadap ekstrak etanol *C. alata* mempunyai aktivitas sitotoksik dengan nilai LC_{50} 416,86 μ g/ml. Disamping itu ada kemungkinan juga *C. alata* mempunyai kandungan senyawa antihistamin yang dapat menghilangkan rasa gatal dari senyawa golongan alkaloid.

Pengamatan observasi sebelum di terapi dengan ramuan campuran simplisia *C. alata* ditambah kapur sirih penderita penyakit kulit menunjukkan gejala gatal-gatal, eritroma/papula/vesikula dan iritasi pada kulit penderita (Gambar 3). Setelah pemberian ramuan pada hari ke 3 menunjukkan pengurangan gejala-gejala tersebut (Gambar 4) dan pada hari ke 5 menunjukkan tanda-tanda penyembuhan dengan hilangnya gejala-gejala pada penderita penyakit kulit skabies (Gambar 5).

Berdasarkan persentase hasil pengamatan terhadap 3 variabel indikasi gejala penderita penyakit kulit skabies (rasa gatal, eritema/papula/vesikula dan kerusakan kulit) mempunyai efektifitas efikasi atau pengaruh yang signifikan terhadap efikasi penyakit kulit skabies, maka dapat dikatakan campuran simplisia *C. alata* ditambah kapur sirih menunjukkan indikasi dapat menyembuhkan penyakit kulit skabies (Gambar 3, 4, 5).



Gambar 3. Kulit penderita penyakit kulit skabies sebelum di terapi



Gambar 4. Kulit penderita penyakit kulit skabies sesudah di terapi (hari ke 3)



Gambar 5. Kulit penderita penyakit kulit skabies sesudah di terapi (hari ke 5)

Ada perbedaan yang signifikan sesudah diberi terapi dengan ramuan obat tradisional berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom menggunakan campuran *C. alata* ditambah kapur sirih, dan menunjukkan yang terindikasi terinfeksi penyakit kulit skabies menjadi terindikasi sembuh (Gambar 6 dan Gambar 7).



Gambar 6. Subyek terindikasi terinfeksi penyakit skabies



Gambar 7. Subyek yang terindikasi sembuh

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan observasi klinik dan pembahasan dapat disimpulkan : 1). Penggunaan ramuan tradisional tumbuhan obat *C. alata* berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom ditambah kapur sirih terhadap penyakit kulit skabies dapat mengurangi atau menghilangkan : rasa gatal, papula/vesikula/eritema dan kerusakan kulit atau iritasi karena infeksi penyakit kulit scabies 2). Penggunaan ramuan tradisional tumbuhan obat *C. alata* berdasarkan kearifan lokal masyarakat Keerom ditambah kapur sirih terhadap penyakit kulit skabies mempunyai efektifitas dapat menyembuhkan penyakit kulit skabies

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andayani, D. 2015. Uji Aktivitas Sitotoksik Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BST) Dan Analisis Fitokimia Ekstrak Etanol Daun *Cassia alata* L. Dari Kabupaten Keerom. Skripsi. 50 Hal.
- [2] Misra, M. 2009. Editorial Enhancement of Bioactive Compound Production, Antimicrobial Activity and Evaluation in Animal Models. *Journal Medicinal Plants Research*. 3(7):1-3
- [3] Sakarkar, D.M. & V.N. Deshmukh. 2011. Ethnopharmacological Review of Traditional Medicinal Plants for Anticancer Activity. *International Journal Pharmacy Technology Research*. 3(1):298-308
- [4] Sheng Tsay, H. & D.C. Agrawal. 2005. Tissue Culture Technology of Chinese Medicinal Plant Resources in Taiwan and their Sustainable Utilization. *International Journal of Applied Science & Engineering*. 3(3):215-223
- [5] Sukardiman; A. Rahman & N.F. Pratiwi. 2004. Uji Praskrining Aktivitas Antikanker Ekstrak Eter dan Ekstrak Metanol *Marchantia cf. planiloba* Steph. Dengan Metode Uji Kematian Larva Udang dan Profil Densitometri Ekstrak Aktif. *Majalah Farmasi Airlangga*. 4(3):97-100.
- [6] Wahyuono, S. 2006. Evaluasi Bioaktivitas Tanaman Obat Koleksi Kalimantan Tengah. *Journal of Traditional Medicines* (Majalah Obat Tradisional). 11(38):24-30
- [7] Walton, S.F., C.H. Deborah, B.J. Currie & D.J. Kemp. 2004. Scabies : new future for a neglected disease. *Adv. Parasitol*. 57 : 309 - 376.
- [8] WHO Western Pacific Region. 2009. Medicinal Plants in Papua New Guinea. 172p.

POTENSI DAN PEMANFAATAN DAUN JILAT YAPEN (*Villebrunea* sp.; URTICACEA) SECARA TRADISIONAL OLEH MASYARAKAT KEPULAUAN YAPEN DAN UJI AKTIVITAS SITOTOKSIK

Tio Lina Simanjuntak¹⁾, Aditya Krishar Karim²⁾, Linus Yhani Chrystomo²⁾

¹⁾ Prog. Studi Farmasi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura

²⁾ Prog. Studi Biologi Jurusan Biologi F MIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura

Jln. Kamp Walker Waena III, Kabupaten Jayapura Provinsi Papua

Koresponden Email: Linajuntak13@gmail.com

Abstrak

Daun jilat (*Villebrunea* sp.) dengan nama lokal “Airareraun” merupakan salah satu tumbuhan obat dari famili Urticaceae yang digunakan oleh masyarakat di Kepulauan Yapen-Povinsi Papua. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pemanfaatan tumbuhan obat secara tradisional oleh masyarakat dan pengobat tradisional, dan penentuan komponen golongan senyawa aktif dan aktivitas sitotoksik dari tumbuhan obat terseleksi asal Kepulauan Yapen. Metode yang dilakukan dalam pengambilan data jenis-jenis dan pemanfaatan tumbuhan obat adalah survei eksploratif dan metode Participatory Rural Appraisal, yaitu proses pengkajian yang berorientasi pada keterlibatan dan peran masyarakat secara aktif dalam penelitian. Untuk uji fitokimia kandungan golongan senyawa daun jilat menggunakan metode Fransworth dan uji aktivitas sitotoksik ekstrak etanol daun jilat dengan konsentrasi 0, 10, 50, 100, 250, 500, 1000 ppm menggunakan metode Brine Shrimp Lethality Test. Sembilan jenis tumbuhan obat yang umum digunakan secara tradisional oleh masyarakat dan pengobat tradisional di Kepulauan Yapen yang ditemukan dalam penelitian ini, salah satunya yang berpotensi *Villebrunea* sp di analisis kandungan senyawa dan aktivitasnya. Hasil penapisan fitokimia tumbuhan obat daun jilat mengandung golongan senyawa alkaloid, tanin, saponin, kuinon, steroid serta memiliki aktivitas sitotoksik dengan nilai LC_{50} sebesar 17,98 ppm. Kesimpulan dari penelitian ini, ekstrak etanol daun jilat menunjukkan aktivitas sitotoksik yang tinggi dan berpotensi sebagai salah satu sumber bahan senyawa obat.

Key words: Brine Shrimp Lethality Test, Sitotoksik, Fitokimia, Daun Jilat, *Villebrunea* sp.

1. PENDAHULUAN

Papua merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki potensi keragaman hayati yang tinggi termasuk potensi tumbuhan berkhasiat obat yang belum dieksplorasi dan diteliti dengan maksimal. Diperkirakan 15.000-25.000 spesies tumbuhan berpembuluh di Papua dan 60-90% di antaranya merupakan spesies endemik (Richards & Suryadi 2002; Kartikasari dkk. 2012). Di samping potensi tumbuhan tersebut, Papua juga kaya dengan keragaman suku dan budaya, ada sekitar 250-300 suku di wilayah ini (Kartikasari dkk. 2012), setiap suku terdapat beragam kearifan lokal masyarakat, termasuk di dalamnya adalah pemanfaatan tumbuhan untuk pengobatan tradisional.

Pemanfaatan dan pendayagunaan obat asal tumbuhan akan memberikan keuntungan yang besar bagi masyarakat dibandingkan dengan obat-obat sintetis, karena biaya pengobatan akan lebih murah. Penelitian tentang jenis-jenis tumbuhan yang berpotensi dan diduga berpotensi sebagai obat merupakan salah satu hal yang sangat menarik bagi penelitian akhir-akhir ini. Pengetahuan dan pemanfaatan tumbuhan obat oleh masyarakat lokal telah banyak dilakukan di

Indonesia, dan salah satu strategi yang sangat membantu untuk mengetahui suatu tumbuhan berkhasiat obat adalah dari pengetahuan masyarakat tradisional secara turun temurun.

Masyarakat di Kabupaten Kepulauan Yapen-Provinsi Papua masih percaya dan memanfaatkan tumbuhan obat dalam pengobatan penyakit tertentu dan masih terdapat beberapa pengobat tradisional yang mengobati berbagai jenis penyakit yang dilakukan secara tradisional. Berbagai jenis tumbuhan yang dimanfaatkan dalam pengobatan salah satunya adalah daun jilat yang merupakan salah satu tumbuhan yang cukup terkenal oleh sebagian masyarakat dan pengobat tradisional di wilayah ini. Tumbuhan obat ini dikenal luas dimasyarakat untuk pengobatan, terutama dalam pengobatan luka lebam atau luka akibat kecelakaan.

Masyarakat setempat biasanya menggunakan bagian dari daun jilat yang masih muda, kira-kira daun ketiga dari pucuk. Proses pengobatan ini juga hanya dapat dilakukan oleh orang tertentu yang mempunyai bakat tersendiri. Sampai saat ini kearifan tradisional mereka dalam memanfaatkan dan menggunakan tumbuhan daun jilat tersebut belum banyak dipelajari secara ilmiah. Pemanfaatan tumbuhan daun jilat oleh masyarakat di Kabupaten Kepulauan Yapen masih mengandalkan pada ketersediaan di alam secara tradisional.

Daun jilat termasuk famili dari Urticaceae. Famili ini menyebar secara luas di seluruh Indonesia, beberapa spesies dari famili Urticaceae memiliki senyawa golongan isoflavon, asam lemak, triterpenoid dan alkaloid (Mariani *et al.*, 2014). Studi farmakologi tentang spesies *Villebrunea* yang telah dilakukan adalah tentang aktivitas antimikroba yaitu pada spesies *Villebrunea rubescens* dan *Villebrunea scabra* (Mariani *et al.*, 2014). Penelitian tentang aktivitas sitotoksik tentang spesies *Villebrunea sp* asal Kabupaten Kepulauan Yapen masih sangat sedikit dilakukan.

Pada umumnya penelitian bahan alam yang diduga berpotensi sebagai obat maupun secara empiris telah digunakan masyarakat sebagai obat, diawali dengan uji pre-klinis toksisitas untuk memprediksi tingkat keamanannya, kemudian dilanjutkan dengan uji farmakologi lainnya.

Metode uji toksisitas dapat dilakukan secara *in vitro* maupun *in vivo*, salah satu metode toksisitas *in vitro* yang sering digunakan adalah metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Uji toksisitas dengan metode BSLT ini memiliki spektrum aktivitas farmakologi yang luas, prosedurnya sederhana, cepat dan tidak membutuhkan biaya yang besar, serta hasilnya dapat dipercaya. Di samping itu, metode ini sering dikaitkan dengan metode penapisan senyawa antikanker. Dengan alasan-alasan tersebut, maka uji ini sangat tepat digunakan dalam mengawali penelitian bahan alam (Meyer, *et al.*, 1982).

Penelitian ini untuk mengetahui pemanfaatannya secara tradisional oleh masyarakat dan pengobat tradisional di Kepulauan Yapen, menentukan golongan senyawa aktif serta aktivitas sitotoksik dari daun jilat (*Villebrunea sp.*) sebagai kandidat sumber senyawa obat antikanker.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi dan Laboratorium Kimia, Universitas Cenderawasih.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jilat (*Villebrunea sp.*) yang diperoleh dari Kabupaten Kepulauan Yapen. Bahan kimia yang digunakan yaitu etanol 96%, aquades, asam klorida pekat, asam sulfat 50%, pereaksi besi (III) klorida, serbuk magnesium, kloroform, amil alkohol, amoniak, natrium hidroksida 1N, pereaksi Steasny, pereaksi Dragendorff, pereaksi Meyer, dan pereaksi Liebermann-Buchard, telur *Artemia salina* Leach (Premium extra brine shrimp eggs, *Seagull International, The Great Salt Lake, USA*), air laut.

Pemanfaatan Tumbuhan Secara Tradisional oleh Masyarakat dan Pengobat di Kabupaten Kepulauan Yapen

Metode yang dilakukan dalam pengambilan data adalah survei eksploratif dan metode *Participatory Rural Appraisal*, yaitu proses pengkajian yang berorientasi pada keterlibatan dan peran masyarakat secara aktif dalam penelitian (Rahayu dkk., 2006). Keterlibatan masyarakat diperoleh melalui wawancara dengan teknik wawancara semi struktural yang berpedoman pada daftar pertanyaan seperti: nama lokal tanaman, bagian yang dimanfaatkan, manfaatnya, cara pemanfaatannya, status tanaman (liar/budidaya) dan lainnya. Selanjutnya salah tumbuhan obat yang terpilih yaitu daun jilat akan dilanjutkan untuk mengetahui kandungan dan aktivitas farmakologinya.

Ekstraksi Daun Jilat (*Villebrunea sp.*)

Ekstraksi serbuk daun jilat sebanyak 100 g dimaserasi selama 3 x 24 jam menggunakan pelarut etanol, disaring dan di keringkan sehingga diperoleh ekstrak kental.

Uji Penapisan Fitokimia (Fransworth, 1996)

Uji Alkaloid

Sebanyak 2 g ekstrak aktif ditambah 5 mL amoniak 25% digerus dalam mortar, kemudian ditambahkan 20 ml kloroform, digerus kuat dan saring. Ke dalam filtrat, ditambahkan asam klorida (1:10 v/v), kemudian dibagi 2, masing-masing ditambahkan pereaksi Dragendroff dan Mayer. Reaksi positif alkaloid pada penambahan pereaksi Dragendroff terbentuk merah bata dan pada pereaksi Mayer terbentuk endapan putih.

Uji Steroid dan Triterpenoid

Sebanyak 0,5 g ekstrak aktif diekstraksi dengan 10 mL eter lalu disaring. Filtrat yang diperoleh kemudian ditambah pereaksi Liebermann-Burchard (3 tetes asam asetat anhidrat - 1 tetes H₂SO₄ pekat). Jika terbentuk warna hijau atau biru menunjukkan adanya steroid sedangkan warna merah atau ungu menunjukkan triterpenoid.

Uji Flavonoid

Sebanyak 0,5 g ekstrak aktif di dalam gelas piala ditambah 100 mL air panas, dididihkan selama 5 menit kemudian disaring dan filtratnya yang disebut dengan Larutan C. Sebanyak 10 mL Larutan C ditambah serbuk magnesium lalu 0,2 mL HCl pekat dan ditambah amil alkohol. Campuran dikocok dan dibiarkan memisah. Jika terbentuk warna merah, kuning, dan jingga pada lapisan amil alkohol menunjukkan senyawa golongan flavonoid.

Uji Saponin

Sebanyak 10 mL Larutan C dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup kemudian dikocok dan biarkan selama 10 menit. Jika terbentuk busa yang stabil menunjukkan adanya saponin.

Uji Tanin

Sebanyak 10 mL Larutan C ditambah beberapa tetes FeCl₃ 1%. Jika terbentuk warna biru tua/hijau kehitaman menunjukkan adanya tanin.

Uji Kuinon

Sebanyak 10 mL Larutan C ditambah NaOH 1N. Jika terbentuk warna merah menunjukkan adanya kuinon.

Uji Aktivitas Sitotoksik**Penetasan Telur *A. salina* Leach**

Telur *A. salina* Leach ditetaskan dalam akuarium yang berisi air laut yang berasal dari Kampung Amai (Depapre) dengan pH 7. Penetasan dilakukan dengan bantuan pencahayaan lampu 30 watt dan aerator. Larva *A. salina* Leach yang dipakai untuk percobaan adalah yang berumur 48 jam.

Persiapan Seri Larutan yang akan diuji

Larutan stok dibuat sebesar 10000 ppm. Larutan uji yang digunakan adalah 10, 50, 100, 250, 500 dan 1000 ppm dengan pelarut 1-2 tetes DMSO 1% dan 5 ml air laut. Setiap konsentrasi dibuat sebanyak 2 kali pengulangan dan didiamkan selama 24 jam hingga pelarut menguap, mengering dan tidak terdapat pelarut.

Uji Sitotoksik

Uji sitotoksik ekstrak etanol daun jilat (*Villebrunea* sp.) dilakukan dengan metoda *Brine Shrimp Lethality Test*. Larva udang yang digunakan adalah *Artemia salina*. Metode uji dengan *A. salina* selain murah, mudah pengerjaannya, tidak memerlukan kondisi aseptis dan cepat. (Meyer *et al.*, 1982; Doyle & Griffiths, 2000; Frengki *et al.*, 2014). Ke dalam tiap vial yang berisi larutan uji ditambahkan air laut, 2 tetes DMSO 1% kemudian divortex dan dimasukkan larva sebanyak 10 ekor yang berumur 48 jam yang sehat (bergerak aktif), kemudian ditambahkan air laut sampai volume 5 ml. Larutan uji yang telah siap diletakkan di bawah lampu penerangan. Kontrol dilakukan seperti larutan uji tanpa penambahan ekstrak untuk mengoreksi kemungkinan kematian larva karena pelarut. Pengamatan dilakukan setelah 24 jam. Jumlah larva yang hidup dan mati (tidak bergerak) diamati dengan metode visual menggunakan kaca pembesar serta dengan bantuan lampu penerang. Tingkat kematian atau mortalitas dihitung

dengan membandingkan antara jumlah larva yang mati dengan jumlah total larva pada tiap konsentrasi dengan rumus:

$$\% \text{ Kematian} = \frac{\text{Jumlah larva mati}}{\text{Total larva yang digunakan}} \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

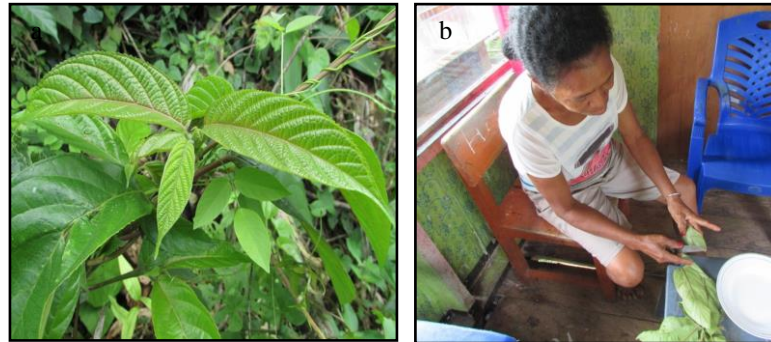
Jenis Tumbuhan Obat Tradisional di Kabupaten Kepulauan Yapen

Berdasarkan hasil wawancara, dan pengamatan di Kabupaten Kepulauan Yapen ditemukan 9 jenis tumbuhan yang dipergunakan sebagai bahan obat-obatan tradisional oleh masyarakat dan pengobat tradisional di wilayah ini (Tabel 1). Penggunaan obat-obatan secara tradisional masih banyak dilakukan terutama untuk mengobati suatu penyakit yang masih tergolong ringan seperti, patah tulang, penyakit kulit (kaskado, panu), sakit perut, batuk, dan demam.

Tabel 1. Jenis-jenis tumbuhan obat yang digunakan secara tradisional oleh masyarakat dan pengobat tradisional di Kabupaten Kepulauan Yapen

No.	Spesies	Famili	Bagian digunakan	Sebagai Obat
1.	<i>Graptophyllum pictum</i> var <i>luridosanguineum</i> /Daun wungu	Acanthaceae	Daun	Diare, Penambah darah, sakit perut
2.	<i>Hibiscus sabdariffa</i> /Rosela	Malvaceae	Daun	Meningkatkan stamina tubuh, penambah darah
3.	<i>Villebrunea</i> sp/ Daun jilat	Urticaceae	Daun muda	Luka memar/lebam
4.	<i>Sararanga sinuosa</i> / Pandan anggur	Pandanaceae	Buah	Sumber vitamin dan mineral
5.	<i>Datura metel</i> / Kecubung	Solanaceae	Bunga	Keseleo, patah tulang
6.	<i>Euphorbia tirucalli</i> / Daun Patah Tulang	Euphorbiaceae	Seluruh tumbuhan dan getah	Patang tulang, menyembuhkan bisa ular
7.	<i>Sauropus androgynus</i> / Daun katuk	Phyllanthaceae	Daun	Meningkatkan air susu ibu
8.	<i>Cassia alata</i> / Daun Kaskado	Caesalpiniaceae	Daun	Penyakit kulit kaskado, panu dan kurap
9.	<i>Clerodendrum chinense</i> / Melati susun	Verbenaceae	Daun dan bunga	Patah tulang, batuk, demam

Salah satu tumbuhan obat yang unik dan dikenal oleh masyarakat di Kabupaten Kepulauan Yapen adalah daun jilat (*Villebrunea* sp) yang termasuk famili Urticaceae. Daun jilat merupakan nama umum di kabupaten ini, sedangkan dalam bahasa daerah Yapen biasa dikenal sebagai daun dirare (Serui, Banawa), atau Airareraun (Ai: kayu; Rare: jilat; Raun : daun). Tumbuhan obat ini berupa semak, batang tegak berwarna coklat, daun berwarna hijau dengan pinggiran bergerigi. Bunga berukuran kecil dan tumbuh diketiak daun. Penyebaran tumbuhan ini cukup banyak di kepulauan Yapen (Gambar 1).



Gambar 1. a). Daun Jilat Yapan (*Villebrunea* sp) dan b). Salah Satu Pengobat Tradisional

Potensi dan Pemanfaatan Secara Tradisional Daun Jilat

Masyarakat Kepulauan Yapen mengenal dan memanfaatkan tumbuhan daun jilat sebagai obat tradisional, dan beberapa pengobat tradisional yang dalam penelitian ini terdata 5 orang pengobat tradisional, memanfaatkan daun muda dalam menyembuhkan penyakit luka/lebam. Para pengobat tradisional pada umumnya mendapatkan tumbuhan sebagai bahan obat tradisional lebih banyak dengan mengambil dari hutan atau yang ditanaman di perkarangan rumah mereka.



Gambar 2. Cara pengobatan secara tradisional menggunakan daun jilat oleh pengobat tradisional

Bagian terpenting dalam pemanfaatan tumbuhan daun jilat ini adalah daun yang masih muda, dalam pengobatan herbal digunakan terutama untuk menyembuhkan luka lebam. Cara pengobatannya tergolong unik karena daun muda yang sudah dipanaskan (*rau* bahasa Yapen) dan ditambahkan kapur sirih diletakkan di bagian permukaan yang luka atau memar dan dijilat sehingga seluruh darah kotor akan keluar. Proses pengobatan ini dilakukan oleh orang tertentu yang memiliki bakat atau kemampuan yang didapat dari leluhurnya (Gambar 2).

Pengetahuan masyarakat dan pengobat tradisional yang terdapat di kepulauan Yapen tentang pemanfaatan daun jilat sebagai bahan obat tradisional

dari hasil penelitian ini sebagian besar diperoleh secara turun temurun, sedangkan cara pengobatannya pada sebagian besar pengobat tradisional yang terdapat di kepulauan tersebut hampir sama.

Hasil Skrining Golongan Senyawa Pada Daun Jilat (*Villebrunea* sp.)

Berdasarkan hasil uji fitokimia, golongan senyawa yang terkandung pada daun jilat (*Villebrunea* sp.) mengandung berbagai metabolit sekunder diantaranya senyawa golongan alkaloid, tanin, saponin, dan kuinon (Tabel 2.) Untuk senyawa tanin terdapat di simplisia dan ekstrak terlihat sama banyak, hal ini disebabkan karena kandungan tanin yang tinggi pada daun jilat dan juga tanin merupakan senyawa yang larut dalam etanol (Sulastri, 2009) sehingga saat pengujian pada ekstrak, komposisi tanin ikut tersari oleh pelarut etanol yang digunakan. Dalam bidang farmasi, tanin bermanfaat sebagai antikanker (Septina & Yosefin, 2005).

Tabel 2. Kandungan senyawa pada daun jilat (*Villebrunea* sp.)

Golongan Senyawa	Hasil pengamatan	
	Simplisia	Ekstrak
Alkaloid	+++	+++
Flavonoid	-	-
Tanin	+++	+++
Saponin	++	+
Kuinon	++	++
Steroid	-	+
Triterpenoid	-	-

Keterangan: (-) Tidak ada; (+) Sedikit; (++) Sedang; (+++) Banyak

Pada simplisia maupun ekstrak daun jilat tidak terlihat adanya golongan senyawa flavonoid karena tidak terbentuk warna merah, kuning, dan jingga pada lapisan amil alkohol. Sama halnya dengan golongan senyawa triterpenoid tidak terlihat karena tidak menunjukkan warna merah atau ungu.

Golongan alkaloid terdapat banyak pada simplisia dan ekstrak daun jilat (*Villebrunea* sp.). Alkaloid merupakan suatu golongan senyawa yang memiliki fungsi dalam pengobatan, salah satunya adalah sebagai senyawa antikanker karena bersifat sitotoksik, contohnya ialah vinkristin dan vinblastin.

Aktivitas Sitotoksik Daun Jilat (*Villebrunea* sp.)

Uji sitotoksik dengan metode BSLT ini merupakan uji toksisitas akut dimana efek toksik dari suatu senyawa ditentukan dalam waktu singkat, yaitu rentang waktu selama 24 jam setelah pemberian dosis uji. LC₅₀ adalah konsentrasi yang dapat menyebabkan 50% kematian pada suatu populasi hewan uji atau makhluk (Doyle & Griffiths, 2000). Hasil rata-rata kematian larva udang setelah inkubasi 24 jam tiap konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah kematian larva *Artemia salina* Leach pada setiap pengulangan uji dalam berbagai konsentrasi perlakuan ekstrak etanol daun jilat (*Villebrunea* sp.)

Sampel	Konsentrasi	Kematian Larva		Jumlah Mortalitas	% Mortalitas	Nilai Probit
		1	2			
Ekstrak Daun Jilat (<i>Villebrunea</i> sp.)	1000	10	10	20	100	8.09
	500	10	9	19	95	6.64
	250	9	8	17	85	6.04
	100	6	7	13	65	5.30

	50	6	6	12	60	5.25
	10	5	4	9	45	4.87
	0 (kontrol)	0	0	0	0	0

Data kemudian dianalisis dengan menggunakan persamaan regresi linier dengan melakukan transformasi data konsentrasi kebentuk logaritma serta mengubah nilai persen kematian larva ke dalam nilai probit. Nilai LC_{50} dari ekstrak etanol daun jilat sebesar 17,988 ppm. Daun jilat mempunyai aktivitas sitotoksik yang sangat tinggi, hal ini diduga berhubungan dengan golongan senyawa yang terkandung dalamnya, dimana pada hasil uji fitokimia menunjukkan tumbuhan ini mengandung golongan senyawa alkaloid, tanin, kuinon, dan saponin.

Senyawa bioaktif yang terkandung dalam daun jilat adalah saponin, salah satu senyawa yang digolongkan dalam saponin, yaitu momordikosa K dan L bersifat sitotoksik dan sitotoksik terhadap sel terutama terhadap sel yang sedang mengalami perkembangan (Nurliani, 2007). Kemungkinan saponin yang terkandung dalam daun jilat juga bersifat sitotoksik terhadap *A. Salina*. Golongan lainnya yang juga berperan dalam kematian larva pada ekstrak daun jilat adalah golongan senyawa kuinon. Beberapa senyawa yang dihasilkan dari kuinon seperti naftokuinon diketahui bersifat sangat toksik (Kuntorini, 2013). Alen (2012) melaporkan bahwa senyawa 5-hidroksi-lapachol yang merupakan golongan senyawa kuinon memiliki aktivitas sitotoksik. Berdasarkan hal tersebut aktivitas sitotoksik dari ekstrak etanol daun jilat ini diduga akibat aktivitas senyawa yang terkandung didalamnya.

4. KESIMPULAN

Masyarakat dan pengobat tradisional di Kabupaten Kepulauan Yapen mengenal 9 jenis tumbuhan obat yang sering digunakan untuk mengobati penyakit yang masih tergolong ringan seperti, patah tulang, penyakit kulit (kaskado, panu), sakit perut, batuk, dan demam yang dilakukan secara tradisional. Pengetahuan masyarakat dan pengobat tradisional yang terdapat di kepulauan Yapen dalam memanfaatkan tumbuhan obat secara umum atau khususnya dengan daun jilat dalam pengobatan tradisional sebagian besar diperoleh secara turun temurun, sedangkan cara pengobatannya dengan menggunakan daun jilat pada sebagian besar pengobat tradisional yang terdapat di kepulauan tersebut hampir sama.

Ekstrak etanol daun jilat (*Villebrunea* sp.) mengandung alkaloid, tanin, saponin, kuinon dan steroid serta memiliki aktivitas sitotoksik dengan nilai LC_{50} sebesar 17,98 ppm. yang diuji dengan metoda *Brine Shrimp Lethality Test* sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber senyawa aktif obat salah satunya adalah senyawa untuk obat antikanker.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alen Y, Akhsanita M, Mulyani I, dan Susanti M (2012) Uji sitotoksik ekstrak dan fraksi daun jati (*Tectona grandis* Linn. F.) dengan metoda *Brine Shrimp Lethality Bioassay*. Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi 17(2): 147-153.

- [2] Doyle A, dan Griffiths JB (2000) Cell And Tissue Culture For Medical Research. John Willey and Sons.Ltd.New York. p. 47-50.
- [3] Franswoth NR (1996) Biological and Phytochemical Screening of Plants J. Pharm.Scie 55(3): 225-272.
- [4] Frengki, Rozlizawaty, dan Pertiwi D (2014) Uji toksisitas ekstrak etanol sarang semut lokal Aceh (*Mymercodia* sp.) dengan metode BSLT terhadap larva udang *Artemia salina* Leach. Jurnal Medika Veterinaria 8(1): 60-62.
- [5] Kartikasari SN, Marshall AJ. & Beehler BM. (Eds) (2012) Ekologi Papua. Seri Ekologi Indonesia Jilid VI. Yayasan Obor Indonesia dan Conservation International. Jakarta. Hal 163-254.
- [6] Kuntorini EM (2013) Kemampuan antioksidan bulbus bawang dayak (*Eleutherine americana* Merr) pada umur berbeda. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013.
- [7] Mariani R, Sukandar EY, Suganda AG (2014) Antimicrobial activity from Indonesia Urticaceae. International Journal of Pharmaceutical Sciences 6(4): 191-193.
- [8] Meyer BN, Ferigni NR, Putnam JE, Jaconsen LB, Nichols DF, and McLaughlin, JL (1982) Brine shimp a convenient general bioassay for active plant constituents. Planta Medica 45:31-34.
- [9] Nurliani A (2007) Penelusuran potensi antifertilitas kulit kayu durian (*Durio zibethinus* Murr) melalui skrining fitokimia. Jurnal Sains dan Terapan Kimia 1(2): 53-58.
- [9] Rahayu M, Sunarti S, Sulistiarini D, dan Prawiroatmojo S. 2006. Pemanfaatan tumbuhan obat secara tradisional oleh masyarakat lokal di pulau wawonii, Sulawesi Tenggara. Biodiversitas 7(3): 245-250.
- [10] Richards SJ. & Suryadi S. (eds) (2002) A Biodiversity Assessment of Yongsu-Cyclops Mountains and The Southern Mamberamo Basin, Papua. Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 25. Washington, DC: Conservation International.
- [11] Septina A, dan Yosefine (2005) Identifikasi dan uji toksisitas asam tanat dalam ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa* L.). In: Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Kimia FMIPA UNDIP, Jurusan Kimia UNDIP.

Keragaman Genetik Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana*) di Cagar Alam Lamedai Berdasarkan Penanda RAPD

C. Andriyani Prasetyawati¹

¹Balai Penelitian Kehutanan Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 16,5 Makassar, 90243
email: andriyani_pras@yahoo.co.id

Abstrak

Kayu kuku (*Pericopsis mooniana*) merupakan salah satu spesies yang statusnya terancam punah berdasarkan International Union for Conservation of Nature (IUCN). Oleh karena itu perlu diketahui keragaman genetiknya sebagai dasar untuk menentukan langkah lebih lanjut dalam upaya konservasi genetik. RAPD merupakan salah satu penanda untuk mengetahui keragaman genetik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman genetik kayu kuku di Cagar Alam Lamedai dan sekitarnya dengan menggunakan metode PCoA (Principal Coordinate of Analysis) dan UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic). Pengambilan sampel dilakukan di Cagar Alam Lamedai dan dusun-dusun di sekitarnya. Jumlah sampel yang digunakan adalah 44 individu. Analisis DNA menggunakan PCR-RAPD. Hasil analisis PCoA menunjukkan genetik kayu kuku berada pada 34,93% dan 13,86% dari total variasi. Dendrogram hasil UPGMA menunjukkan kekerabatan individu kayu kuku membentuk 4 kluster pada taraf kesamaan/kemiripan 70%. Jarak genetik antar individu yang diuji berkisar antara 0,0001 sampai dengan 0,8169. Jarak genetik tersebut menandakan adanya variasi genetik yang cukup tinggi antar individu kayu kuku yang diuji.

Kata Kunci: RAPD, kayu kuku, keragaman genetik, Lamedai

1. PENDAHULUAN

Sulawesi memiliki banyak spesies kayu lokal yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Spesies kayu lokal tersebut diantaranya kayu kuku (*Pericopsis mooniana* THW). Spesies kayu kuku merupakan salah satu flora yang dilindungi di Sulawesi Tenggara, khususnya di Cagar Alam Lamedai. Berdasarkan Laporan *Rain Forest Action* (2004), kayu kuku digolongkan sebagai tanaman hutan yang terancam kepunahannya (*vulnerable tree species*). Kayu kuku dalam *IUCN Red List of Threatened Species* (1998) juga masuk dalam kategori *vulnerable species*. Kayu kuku tergolong kayu mewah karena memiliki corak yang indah dengan permukaan yang licin dan mengkilap, sehingga di pasaran dunia kayu ini bernilai ekonomi tinggi.

Tindakan konservasi sangat dibutuhkan untuk menjaga kayu kuku dari kepunahan. Konservasi dari populasi tanaman dan spesies dalam jumlah yang sudah sangat berkurang seperti sekarang ini perlu mempertimbangkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi dinamika populasi, seperti *genetic drift* dan penurunan genetik akibat perkawinan kerabat (Barret dan Kohn dalam Nanda *et al*, 2004). Manajemen konservasi sangat diperlukan untuk menjaga spesies yang sudah terjadi penurunan populasi agar terhindar dari kepunahan. Salah satu langkah awal untuk konservasi genetik adalah dengan mengetahui keragaman genetik dari spesies tersebut dalam populasinya yang terbatas. Keragaman genetik

diperlukan agar dapat menentukan tindakan konservasi selanjutnya dengan tepat pada spesies tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan keragaman genetik dari spesies tumbuhan adalah dengan marker DNA, salah satunya adalah RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) yang dapat menghasilkan marker polimorfik yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman genetik kayu kuku di Cagar Alam Lamedai dengan menggunakan penanda RAPD sebagai tahap awal dari tindakan konservasi genetik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel daun adalah pisau, gunting, galah, ice box. Bahan yang digunakan adalah ice pax, es batu, plastik krep, spidol permanen dan sampel daun kayu kuku yang masih muda.

2.2 METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan secara merata pada suatu populasi. Sampel yang diambil berjumlah antara 44 individu pohon dalam satu populasi. Menurut El-Kassaby dan Sziklai (1983) dalam Hasnah (2014) jumlah individu yang dibutuhkan untuk sampel dari suatu populasi berkisar dari 40 hingga 60 individu untuk pendugaan frekuensi alel yang akurat, yang mewakili secara merata. Jarak pohon yang diambil sampelnya 50 - 100 m untuk menghindari adanya pengambilan sampel dari pohon yang masih berkerabat. Sampel yang diambil berupa daun muda sekitar 2-3 helai. Pengambilan sampel dipilih daun yang muda, karena pada daun muda banyak terdapat enzim dan lebih mudah diekstraksi.

Sampel daun muda yang telah diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik krep dan diberi tanda pada tiap sampel agar identitas sampel tidak hilang. Tiap sampel individu dimasukkan dalam satu plastik krep. Selanjutnya sampel daun dimasukkan dalam es box yang telah diberi es batu dan ice pax. Tujuan dari semua perlakuan tersebut adalah menjaga agar sampel daun tetap segar dan DNA tidak rusak sebelum dianalisis. Daun yang sudah kering saat diisolasi akan rusak DNA-nya dan tidak bisa terbaca saat dianalisis. Sampel daun yang telah diambil di lapangan kemudian dibawa ke Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman di Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar untuk dilakukan analisis DNA.

Analisis DNA sampel dilakukan dengan PCR-RAPD menggunakan 5 primer. Hasil elektroforesis dengan primer menghasilkan beberapa pola pita, yang akan diubah dalam bentuk data biner, dengan memberikan angka satu bila terdapat pita dan angka nol jika tidak ada pita. Data biner dikonversi menjadi matriks kesamaan antar individu kayu kuku dengan menggunakan koefisien Dice yang merupakan persamaan dari rumus Nei dan Li. Rumus Nei dan Li adalah sebagai berikut :

$$F_{ab} = \frac{2 n_{ab}}{(n_a + n_b)} \quad (1)$$

F_{ab} adalah koefisien antara a dan b, a dan b adalah individu yang dibandingkan, n ab adalah jumlah pita DNA yang sama posisinya pada individu a dan b, n_a dan n_b adalah jumlah pita masing-masing individu a dan b (1)

Jarak genetik dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$d_{ab} = 1 - F_{ab} \quad (2)$$

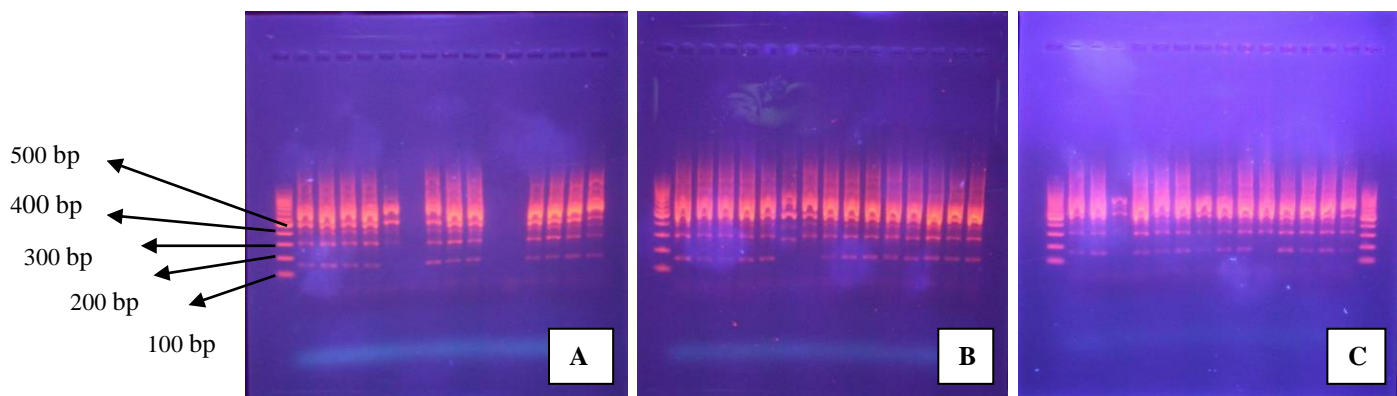
d_{ab} adalah jarak genetik antara a dan b, F merupakan nilai kesamaan yang dihitung dengan rumus Nei dan Li. a dan b adalah individu yang dibandingkan (2)

Nilai-nilai diatas dapat dianalisis dengan menggunakan program DARwin versi 6.00. Pengelompokan data matriks (*cluster analysis*) dan pembuatan dendrogram dilakukan dengan metode *Unweighted Pair-Group Method Arithmetic* (UPGMA) menggunakan program *Numerical Taxonomy and Multivariate System* (NTSYS) versi 2.02.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL ANALISIS PCR-RAPD

Hasil analisis PCR-RAPD untuk kayu kuku dari Cagar Alam Lamedai dan sekitarnya tersaji pada Gambar 1 – 5. Analisis PCR-RAPD untuk kayu kuku ini menggunakan 5 primer, yaitu primer OPQ 07, OPP 08, OPG 06, OPD 08 dan OPA 05. Masing-masing primer menghasilkan pola pita dengan jumlah dan ukuran base-pair yang berbeda.



Gambar 1. Hasil elektroforesis dengan primer OPP 08, A) kode sampel L 01 – 15, B) kode sampel L 16 – 30, C) kode sampel L 31 – 44

Berdasarkan hasil elektroforensis pada kelima primer (OPQ 07, OPP 08, OPG 06, OPD 03 dan OPA 05) sampel L 6 dan L 11 sama sekali tidak memunculkan pola pita. Analisis PCR-RAPD untuk kayu kuku dari Cagar Alam Lamedai dan sekitarnya menggunakan 5 primer yaitu OPQ-07, OPP-08, OPG-06, OPD-08 dan OPA-05 memberikan hasil pola pita yang berbeda (polimorfik). Berdasarkan hasil elektroforesis, primer OPP-08 memberikan berkas pola pita

yang paling banyak di antara primer yang lain. Primer OPG-06 menghasilkan berkas pola pita paling sedikit.

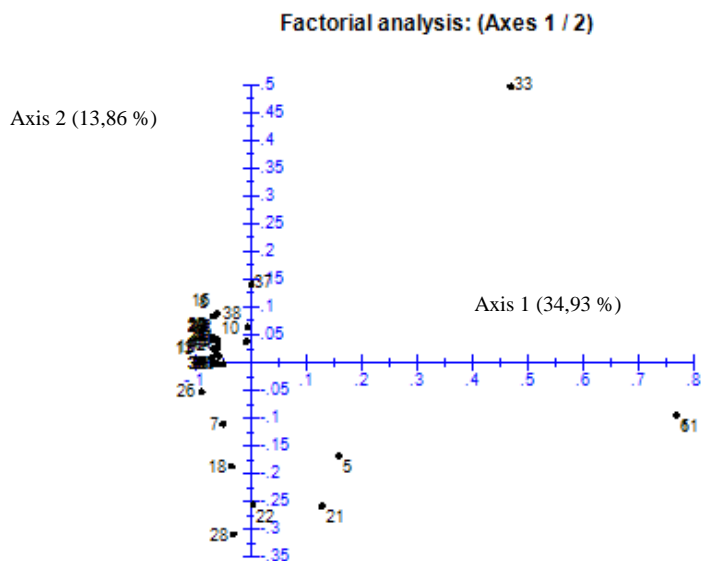
Primer OPP-08 merupakan primer yang digunakan dalam melakukan analisis molekuler PCR-RAPD dengan urutan basa nitrogen ACATCGCCCA. Hasil penelitian Adityanandhi (2012), primer OPP-08 juga menghasilkan pola pita polimorfik terbanyak pada hasil analisis PCR-RAPD untuk jenis eboni. Hasil amplifikasi yang menghasilkan pola pita menunjukkan bahwa DNA sampel tersebut terbaca dan mempunyai sekuen atau susunan basa nitrogen yang sama dengan sekuen primer. Semakin banyak sekuens yang dapat dikenali oleh primer pada sebuah DNA template akan menghasilkan pita yang lebih banyak.

Tidak semua primer menghasilkan pola pita yang sama pada semua sampel. Menurut Weeden *et al.* (1992) DNA cetakan yang mengandung senyawa-senyawa polisakarida dan senyawa fenolik, serta konsentrasi DNA cetakan yang terlalu kecil dapat menyebabkan hasil pita DNA amplifikasi yang redup atau tidak jelas, selain itu tidak munculnya pola pita juga disebabkan karena kompetisi penempelan primer pada DNA cetakan yang menyebabkan satu fragmen dapat teramplifikasi dalam jumlah banyak dan fragmen lainnya sedikit.

Hasil amplifikasi menunjukkan bahwa semua sampel dapat menghasilkan pita, kecuali sampel L6 dan L11. Sampel L6 dan L11 tidak menunjukkan adanya pola pita pada kelima primer. Penyebab tidak munculnya pita pada sampel tersebut kemungkinan karena genetik yang benar-benar berbeda, sehingga tidak terbaca pada semua primer. Ada kemungkinan sampel L6 dan L11 adalah bukan kayu kuku. Hal ini sangat dimungkinkan karena sangat sulit membedakan batang dan daun kayu kuku dengan kayu angkana. Ada kemungkinan sampel L6 dan L11 adalah kayu angkana. Kedua spesies tersebut sangat mirip baik bentuk daun maupun batangnya, yang membedakan hanya bunganya dan buahnya. Pada saat kedua spesies tersebut tidak berbunga dan tidak berbuah, sangat sulit untuk dibedakan.

3.2 KERAGAMAN GENETIK DENGAN METODE PCoA (*PRINCIPAL COORDINAT of ANALYSIS*) DAN METODE UPGMA (*UNWEIGHTED PAIR-GROUP METHOD ARITHMETIC*)

Analisis keragaman genetik pada penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu PCoA dan UPGMA. PCoA merupakan analisis keragaman genetik dengan metode penghitungan koordinat axis. Pada penelitian ini digunakan dua axis, sehingga penjumlahan kedua axis tersebut merupakan rerata dari keragaman genetik yang dianalisis. Hasil analisis faktorial dengan metode PCoA menggunakan program DARwin versi 6.00 tersaji pada Gambar 2.

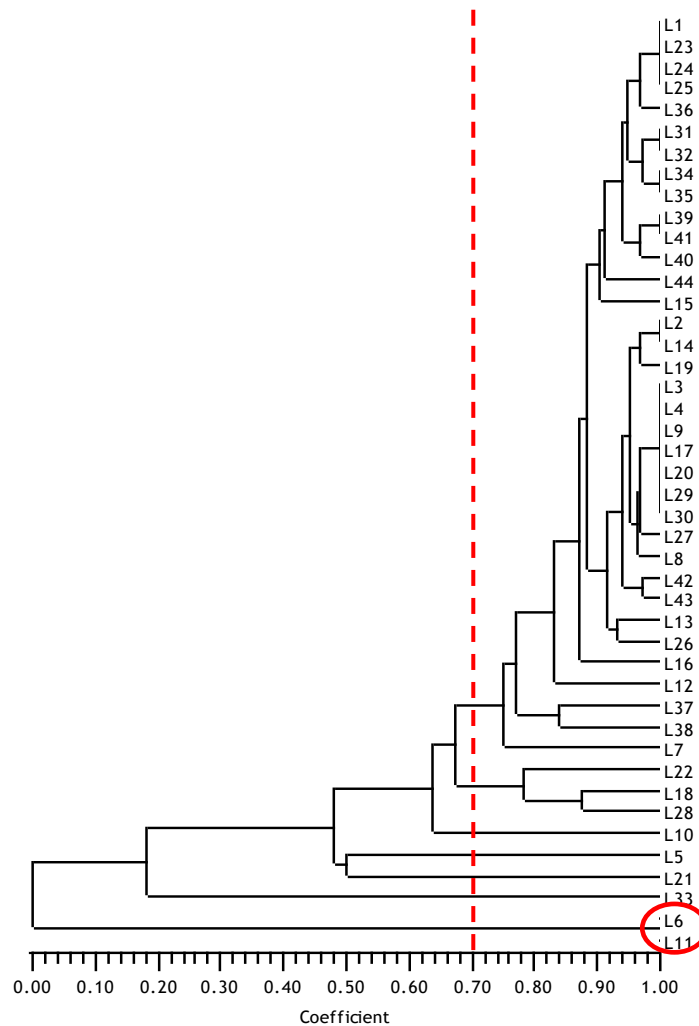


Gambar 2. Hasil analisis factorial dengan metode PCoA

Hasil penghitungan *Principal Coordinat of Analysis* (PCoA) = axis 1 + axis 2
 = 34,93 % + 13,86 %
 = 48,79 %

Hasil analisis PCoA menunjukkan axis 1 sebesar 34,93% dan axis 2 sebesar 13,86% dengan demikian jumlah dari kedua axis adalah 48,79%. Nilai ini menunjukkan rerata keragaman genetik kayu kuku di Cagar Alam Lamedai dan sekitarnya adalah sebesar 48,79% yang berarti keragaman genetiknya sedang. Keragaman genetik tinggi, apabila lebih dari 70% (Nanda *et al.*, 2004).

Hasil analisis statistik menggunakan program NTSYS 2.02 (*Numerical Taxonomy and Multivariate System*) dengan metode UPGMA (*Unweigthed Pair-Group Method Arithmetic*) tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Dendrogram kekerabatan individu kayu kuku di Cagar Alam Lamedai dan sekitarnya

Dendrogram kekerabatan individu kayu kuku pada Gambar 3, membentuk 4 kluster pada taraf kesamaan/kemiripan 70%. Individu L 6 dan L 11 mempunyai perbedaan genetik 100% dengan individu lainnya. Analisis keragaman genetik dengan metode UPGMA menghasilkan 4 cluster pada taraf kemiripan 70% atau pada variasi genetik 30%. Cluster 1 mempunyai 7 sub cluster. Sub cluster 1 terdiri dari individu L1, L23, L24, L25, L36, L31, L32, L34, L35, L39, L41, L40, L44, dan L15. Sub cluster 2 terdiri dari individu L2, L14, L19, L3, L4, L9, L17, L20, L29, L30, L27, L8, L42, L43, L13 dan L26. Sub cluster 3 terdiri dari 1 individu yaitu L16. Sub cluster 4 terdiri dari 1 individu yaitu L12. Sub cluster 5 terdiri dari 2 individu yaitu L37 dan L38. Sub cluster 6 terdapat 1 individu yaitu L7. Sub cluster 7 terdiri dari 3 individu yaitu L22, L18 dan L28.

Individu L1 mempunyai kesamaan genetik dengan L23, L24 dan L25. Kelompok ini mempunyai sedikit kemiripan genetik dengan L36. Keenam individu ini berasal dari Cagar Alam Lamedai. Cluster 2 terdiri dari 1 individu yaitu L10. Cluster 3 terdiri dari 2 individu yaitu L5 dan L21. Cluster 4 terdiri dari 1 individu yaitu L33. Lokasi pengambilan sampel juga memberikan pengaruh pada pengclusteran. Individu-individu yang diambil dari lokasi yang sama,

3.3.JARAK GENETIK

Tabel 1. Jarak genetik antar individu kayu kuku dari Cagar ALam Lamedai dan sekitarnya berdasarkan lima marker RAPD

[illegible]

 Jarak genetik terjauh

- 220 -

Jarak genetik terjauh 1,000 adalah jarak antara individu L6 dan L11 dengan individu lainnya. Namun karena individu L6 dan L11 ini tidak terbaca pola pitanya pada semua primer yang diujikan, maka diduga jarak genetik yang jauh ini karena L6 dan L11 bukan kayu kuku, tapi kayu angkana. Jarak genetik terdekat adalah 0,00013 yaitu antara individu L3, L4, L9, L17, L20, L16, L23, L34, L39 dan L41.

Jarak genetik terjauh adalah L33 dengan jarak genetik 0,82. Hal ini menunjukkan bahwa L33 mempunyai variasi genetik yang tinggi dengan individu lainnya. Adanya variasi individu tersebut menunjukkan bahwa adanya pencampuran genetik dari satu pohon induk dengan pohon induk disekitarnya sebagai akibat dari kawin silang. Menurut Zobel dan Talbert (1984), besar dan pola variasi genetik pada pohon hutan dipengaruhi oleh sistem perkawinan. Sistem perkawinan yang tertutup atau berkerabat menyebabkan penurunan proporsi heterozigot dan meningkatkan jumlah keturunan yang lemah atau homozygositas tinggi.

Keragaman genetik merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam menyusun strategi pemuliaan pohon. Keragaman genetik yang tinggi memungkinkan untuk membuat varietas baru yang sangat penting untuk program pemuliaan. Usaha peningkatan genetik tanaman memerlukan adanya plasma nutfah dengan keragaman genetik yang luas (Martono, 2009). Keberadaan kayu kuku di Sulawesi sudah sangat terbatas. Populasi asli hanya terdapat di Kab. Kolaka, Sulawesi Tenggara. Dengan keragaman genetik yang sedang, kurang dari 70%, dikhawatirkan kayu kuku akan mengalami penurunan genetik yang bisa berakibat kepunahan. Untuk meningkatkan keragaman genetik kayu kuku perlu adanya upaya konservasi genetik dan memberi input genetik dari luar (infusi genetik).

4. KESIMPULAN

Dendrogram kekerabatan genetik antar individu kayu kuku di Cagar Alam Lamedai dengan menggunakan program DARwin 6.00 menghasilkan 4 cluster pada taraf kemiripan 70%. Jarak genetik antar individu yang diuji berkisar antara 0,0001 sampai dengan 0,8169. Jarak genetik tersebut menandakan adanya variasi yang cukup tinggi antar individu kayu kuku yang diuji. Jarak genetik terjauh terdapat pada individu L33. Individu ini berasal dari Dusun Bali Jaya yang termasuk dalam hutan rakyat. Keragaman genetik kayu kuku di Cagar Alam Lamedai dan sekitarnya termasuk dalam kategori sedang dengan besar keragaman genetik rerata 48,79%. Dengan demikian upaya konservasi genetik sangat diperlukan untuk menjaga adanya penurunan genetik dan terhindar dari kepunahan. Penambahan genetik dari luar (infuse genetik) dapat dilakukan untuk meningkatkan keragaman genetik kayu kuku di Lamedai.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Balai Penelitian Kehutanan Makassar yang telah mendanai dan memfasilitasi kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga kepada seluruh tim yaitu Ibu Suhartati, Ibu Merry, Ibu Nursyamsi, Bapak Heri, Bapak Edi dan Bapak Abdul Qudus seluruh pihak yang

telah banyak membantu kegiatan selama di lapangan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pegawai dan staf Laboratorium Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu dalam analisis DNA dan analisis data.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adityanandhi, M.M. (2012) Analisis Keragaman Genetik Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) Provenansi Sulawesi Tengah Berdasarkan Penanda Molekuler *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). Skripsi. Program Studi Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [2] Hasnah, T.M. (2014) Keragaman genetik meranti (*Shorea leprosula*) asal Kalimantan dengan analisis isozim. Jurnal Penelitian Dipterocarpa Vol. 8 (1):35 – 46.
- [3] Martono, B. (2009) Keragaman Genetik, Heritabilitas Dan Korelasi Antar Karakter Kuantitatif Nilam (*Pogostemon Sp.*) Hasil Fusi Protoplas. Jurnal Littri 15(1): 9 – 15
- [4] Nanda RM, Nayak S, Rout GR. (2004) Studies on Genetic Relatednes of Acacia Tree Species using RAPD Markers. Biologia Bratislava 59(1): 115-120.
- [5] Red List Guiding Conservation for 50 Years (1998) The IUCN Red List of Threatened Spesies www.iucnredlist.org
- [6] Weeden, N.F., G.M. Timmerman, M. Hemmat, B.E. Kneen, and M.A. Lodhi. (1992) *Inheritance and reliability of RAPD markers. In : Applications of RAPD Technology to Plant Breeding*. Joint Plant Breeding Symposia Series, November 1, 1992, Minneapolis, MN. Crop Science Society of America, Madison, WI.
- [7] Zobel, B. dan J. Talbert (1984) *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Karakteristik Gen Sitokrom C Oksidase Sub Unit I *Bufo celebensis* Günther (Anura:Bufonidae)

Suriana¹, Nasaruddin²,

^{1,2}Jurusan Biologi Universitas Haluoleo Kendari
Kampus Hijau Bumi Tridarma Anduonohu Kendari
email: suriana0568@gmail.com

Abstrak

Terdapat tiga spesies *Bufo* (Anura:Bufonidae) yang telah dilaporkan dari Sulawesi, diantaranya *B. selebensis* sebagai spesies endemik. Data-data biologi, ekologi dan molekuler spesies ini masih sangat terbatas, sehingga data yang disajikan dalam tulisan ini merupakan data pertama bagi spesies tersebut. Penelitian bertujuan mengkarakterisasi fragmen gen sitokrom C oksidase sub unit I meliputi: komposisi nukleotida, nukleotida kekal, nukleotida bervariasi, dan prediksi asam amino yang disandi oleh fragmen gen sitokrom C oksidase sub unit I. Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi. Sampel katak diperoleh dari Kawasan Suaka Margasatwa Tanjung Peropa, Moramo Sulawesi Tenggara. Pengambilan sampel katak dengan metode jelajah, yaitu menjelajahi aliran sungai, dan hutan di Kawasan Suaka Margasatwa Tanjung Peropa. DNA genome katak diekstraksi dengan metode konvensional. Amplifikasi gen sitokrom dengan metode PCR (Polimerase Chain Reaction) menggunakan primer khusus untuk animal barcode. Hasil amplifikasi disekuensing. Hasil sekuensing kemudian dikarakterisasi. Panjang fragmen yang dikarakterisasi adalah 593 bp, sejajar dengan basa ke 166 sampai dengan 758 pada *B. melanostictus* (No akses GenBank: NC_005794.2), sebagai sekuen pembanding. Komposisi nukleotida: 29,5% timin, 30,4% sitosin, 22,8% adenine dan 17,4% guanin. Terdapat 413/593 (70%) nukleotida bersifat kekal, dan 30% nukleotida bervariasi. Prediksi asam amino adalah 197 terdiri atas 185/197 (94%) asam amino kekal dan 12/197 (6%) asam amino bervariasi.

Kata Kunci: *Bufo celebensis*, gen sitokrom C oksidase sub unit I, komposisi nukleotida, nukleotida kekal dan bervariasi, prediksi asam amino.

1. PENDAHULUAN

Bufo (Anura; Bufonidae) meliputi separuh genus dari Bufonidae. Bersifat kosmopolitan. Terdapat 205 spesies dari genus *Bufo* yang tersebar pada beberapa wilayah di dunia, termasuk Amerika, Eurasia, Asia dan Afrika (Pramuk *et al.*, 2000; Porta *et al.*, 2012). Terdapat 3 spesies *Bufo* di Sulawesi, yaitu *B. melanostictus*, *B. biporcatus* dan *B. selebensis* (Natus, 2005). *Bufo* ditandai dengan kulit yang bergranula dan mensekresikan racun. Selain itu ciri *Bufo* adalah adanya kelenjar paratid. *Bufo* umumnya menyukai habitat lembab, menyukai tempat yang terlindung atau menguburkan diri pada serasah atau batu (Pramuk *et al.*, 2001). Posisi *Bufo* dalam filogeni dan filogeografi masih diperdebatkan; ada yang memasukkan sebagai monofiletik, parafiletik dan polyfiletik (Pauly *et al.*, 2004), sehingga menarik untuk dikaji.

Bufo selebensis merupakan salah satu Anura (katak sebenarnya) yang endemik di Pulau Sulawesi. Katak jenis ini telah dikarakterisasi morfologi pada katak dewasa oleh Günther, 1858; Boulenger, 1882; Van Kampen, 1923 dalam Leong and Chou (2000) maupun berudunya (Leong and Chou, 2000). Nasaruddin *et al.* (2009) telah membuat karyotipnya. Selain itu, kajian molekuler pada spesies

ini dilakukan oleh Evans *et al.* (2002) menggunakan gen 12sRNA menunjukkan bahwa spesies ini bersifat monofiletik. Data molekuler lainnya masih terbatas.

Gen *Cytochrome C oxidase subunit I* (COI = sitokrom C oksidase sub unit I) dari mtDNA (DNA mitokondria) sudah dipergunakan sebagai suatu penanda genetik untuk spesies hewan dalam sejumlah studi berbagai taksa hewan (Hebert 2003b; Hajibabaei 2005; Harmon *et al.* 2006; Hulcr *et al.* 2007). Bahkan gen tersebut yaitu 648 bp di bagian hulu, diusulkan sebagai sekuen untuk barcode hewan (animal *DNA barcode*) dan telah teruji mampu memisahkan berbagai spesies hewan, Invertebrata maupun Vertebrata (Hebert *et al.* 2003a; Hajibabaei 2007). Berdasarkan uraian di atas, maka tulisan ini memaparkan karakteristik fragmen gen CIO pada *Bufo selebensis* asal Suaka Margasatwa Tanjung Peropa Moramo, Sulawesi Tenggara, meliputi karakteristik nukleotida, tipe nukleotida, komposisi nukleotida, prediksi dan tipe asam amino yang disandi gen tersebut. Data yang disajikan merupakan data dasar gen COI pertama bagi spesies *Bufo selebensis*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat Penelitian

Alat-alat penelitian yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi alat penangkap sampel katak dan alat-alat untuk ekstraksi serta amplifikasi DNA. Sampel katak ditangkap menggunakan jaring khusus terbuat dari kain kasa dengan model seperti jaring serangga. Alat untuk ekstraksi DNA meliputi pisau bedah untuk mengambil jaringan katak, tube ukuran 5 ml, 2 ml dan raknya, mikropipet, tip, sentifuge, waterbat, sentrifuge, dll. Untuk amplifikasi DNA digunakan mesin PCR. Untuk migrasi DNA digunakan submarine elektroforesis.

2.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian meliputi eter untuk membius sampel katak, buffer ekstraksi meliputi: CTAB, chloroform, isopropanol, PVP, mercaptoetanol, etanol 70%, etanol 100%, TE 1x, dll. Bahan untuk amplifikasi DNA meliputi PCR kit ready to mix, primer, ddH₂O. Untuk migrasi DNA digunakan gel agarose, loading buffer berupa TBE 1x, EtBr, dan loading dye. DNA ladder dipergunakan untuk menentukan ukuran DNA yang dimigrasikan.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif. Sampel katak diperoleh dengan menangkap katak di area sekitar hutan dan aliran sungai yang terdapat pada kawasan Suaka Margasatwa Tanjung Peropa. Ekstraksi DNA dan amplifikasi gen sitokrom C oksidase sub unit I dilaksanakan di laboratorium Biologi Sub Forensif FMIPA UHO. Sedangkan sequencing gen dilaksanakan atas jasa perusahaan sekuensing DNA.

2.3.1 Ekstraksi DNA

Prosedur ekstraksi DNA dilakukan sesuai dengan Sambrook *et al.* (1989), yang disederhanakan seperti berikut: Sampel di gerus kemudian di campurkan dengan buffer lysis yang mengandung CTAB, β -mercaptoetanol, PVP. Setelah itu diinkubasi pada suhu 55°C selama 2 jam. Selanjutnya sampel disentrifugase pada kecepatan 6500 rpm selama 3 menit. Supernatan diambil kemudian ditambah

volume yang sama dengan isopropanol. Supernatan diambil dan dicampur dengan etanol dingin konsentrasi 100% . Selanjutnya, sampel diinkubasi pada suhu -20°C, selama 30 menit, kemudian dicentrifugase dengan kecepatan 13000 rpm selama 3 menit. Setelah itu, etanol di buang, pellet dicuci dengan etanol 70%, kemudian dikering anginkan. Pellet diresuspensi dengan TE, dan diinkubasi pada suhu 37°C, selama 15 menit.

Pengecekan hasil ekstraksi dilakukan dengan memigrasikan sampel melalui elektroforesis. Prosedur elektroforesis adalah: Gel agarose dibuat dengan buffer TBE, konsentrasi 1%. Loading buffer berupa TBE 1x. Gel agarose dimasukkan ke dalam tangki elektroforesis yang telah diisi TBE 1X. Lima mikrolit sampel di loading dengan *loading dye*, kemudian dimasukkan ke dalam sumur agarose. Elektroforesis dihidupkan selama 30 menit. Setelah selesai, gel divisualisasi dengan menggunakan gel illumination. Sampel dengan band yang bagus/tegas selanjutnya di PCR untuk mengamplifikasi gen COI.

2.3.2 Prosedur amplifikasi

Untuk amplifikasi dipergunakan primer khusus untuk DNA barcode. Campuran reaksi PCR terdiri atas buffer PCR (PCR kit ready to mix), primer, DNA template dan ddH₂O. Mesin PCR di set dengan denaturasi awal 3 menit pada suhu 95°C, ikuti 35 siklus dari: denaturasi 15", pada 95°C. Annealing 15", pada 55°C. Ekstensi 30", pada 72°C. Diikuti post ekstensi pada 5', pada 72°C. Hasil amplifikasi divisualisasikan dengan menggunakan elektroforesis. Band yang bersih dan tegas, di kirim ke perusahaan jasa sekuensing untuk proses selanjutnya.

2.3.3 Karakterisasi hasil sekuensing.

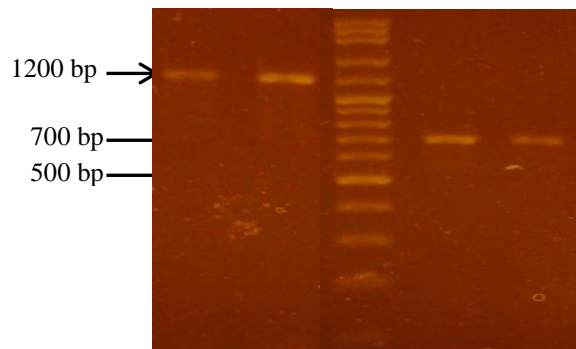
Hasil sekuensing di blast (akses langsung dengan: <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>. untuk meyakinkan bahwa hasil sekuensi adalah DNA target, yaitu gen COI. Setelah itu sekuen dikarakterisasi nukleotida dan asam aminonya. Sekuen COI pembandingan yang tersedia pada Genbank adalah *Bufo melanostictus* (No akses: NC_005794.2), *B. Japonicus* (No. Akses: NC_009886), *B. Tibetanus* (No. Akses: NC_020048.1) dan *B.bufo* (No. Akses: JN379847.1) (GenBank, 2014)

2.3.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan *software* Bioedit dan MEGA versi 4. Sekuen pembandingan (*out group*), diperoleh dari data *GenBank*. (<http://nucleotida.ncbi.nlm.nih.gov>.). Data disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil DNA genom dan hasil amplifikasi gen sitokrom C oksidase sub unit I katak asal Suaka Margasatwa Tanjung Peropa di sajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Profil DNA genom (1& 2), leader (3) dan gen sitokrom oksidase C sub unit I *Bufo selebencis* (4&5).

Sekuen gen sitokrom C oksidase sub unit I katak asal Suaka Margasatwa Tanjung Peropa yang disekeuensing berukuran 593 bp (*base pairs*), berada pada posisi ke-166 sampai dengan 758 full gen sitokrom C oksidase *Bufo melanostictus* sebagai pembanding. Pada posisi ini gen tersebut menyandi 197 asam amino. Gambar 2 menyajikan hasil pensejajaran gen COI *Bufo selebencis* dengan gen COI *Bufo* lainnya yang ada pada GenBank.

```
#B.melanostictus ATT GTC ACT GCC CAC GCT TTC GTA ATA ATT TTC TTC GTG GTT ATA CCC [ 48]
#B.japonicus    ..C ..T ... ..T ..C ... ..C ... ..T ..T A.. ..C ... .. [ 48]
#B.bufo         ... ..T ... ..T ..C ... ..C ... ..T A.. ..C ... .. [ 48]
#B.tibetinus    ... ..T ..C ... ..C ... ..C ... ..T A.. ..C ... .. [ 48]
#B.selebencis-1 ... ..A ... ..T ... ..C ... ..C ... ..T A.. ..G ... .. [ 48]
#B.selebensis-2 ... ..A ... ..T ... ..C ... ..C ... ..T A.. ..G ... .. [ 48]

#B.melanostictus ATT CTT ATT GGC GGG TTT GGT AAC TGA CTT GTG CCT CTA ATA ATT GGA [ 96]
#B.japonicus    ..C ..A ..C ..G ..C ..C ... ..T ... ..T ..C ..G ... ..G [ 96]
#B.bufo         ... T.A ... ..T ..T ..C ... ..T ... ..C ..C ..G ..G ..G ... ..G [ 96]
#B.tibetinus    ..C ..A ..C ..A ..C ... ..C ... ..T ..C ..G ... ..G [ 96]
#B.selebencis-1 ... ..G ... ..A ..C ..C ... ..T ... ..C ..T ... ..T ... ..G [ 96]
#B.selebensis-2 ... ..G ... ..A ..C ..C ... ..T ... ..C ..T ... ..T ... ..G [ 96]

#B.melanostictus GCC CCT GAC ATG GCC TTT CCT CGA ATA AAT AAT ATA AGC TTT TGA CTT [144]
#B.japonicus    ... ..A ... ..C ... ..C ..G ... ..T.A [144]
#B.bufo         ... ..T ..A ... ..C ..C ... ..C ... ..T.A [144]
#B.tibetinus    ... ..A ... ..C ..C ... ..G ... ..C ... ..T.A [144]
#B.selebencis-1 ... ..A ... ..C ..C ... ..C ..G ... ..G [144]
#B.selebensis-2 ... ..A ... ..C ..C ... ..C ..G ... ..G [144]

#B.melanostictus CTC CCC CCA TCA TTC CTG CTT CTC CTT ACC TCT GCT GGG GTA GAG GCC [192]
#B.japonicus    ..T ... ..G ..T T.A ..C ..T T.G G.A ..C ... ..T ..A ..G [192]
#B.bufo         ... ..A ... ..T ..C ..T T.A G.T ..C ... ..A ... ..A ..T [192]
#B.tibetinus    ... ..G ... ..T ..A ..C ... T.G G.A ..C ..C ..A ..C ..A ..A [192]
#B.selebencis-1 ..T ..A ..C ... ..T ..C ... T.A G.. ..A ... ..T ..T ... ..T [192]
#B.selebensis-2 ..T ..A ..C ... ..T ..C ... T.A G.. ..A ... ..T ..T ... ..T [192]
```

#B.melanostictus	GGG GCG GGG ACC GGT TGG ACC GTC TAT CCG CCC TTG GCT GGA AAC CTT	[240]
#B.japonicus	..A ..A ..AC ..AA ..C ..C ..A C.. ..CC	[240]
#B.bufo	..A ..AT ..C ..AT ..C ..C ... C.A ..CT ..C	[240]
#B.tibetinusA ..AC ..A ..T ..A ..C ..C ..T C..G	[240]
#B.selebencis-1	..T ..AT ..G ..A ..T ..TCA ..G ..C ..T ..A	[240]
#B.selebensis-2	..T ..AT ..G ..A ..T ..TCA ..G ..C ..T ..A	[240]
#B.melanostictus	GCA CAT GCA GGG CCA TCG GTT GAC TTA ACT ATT TTT TCC CTC CAC TTA	[288]
#B.japonicusCCAC ..C ..CT ..T C.C	[288]
#B.bufo	..T ..C ..G ..CA ..A ... C..CT ..T C.T	[288]
#B.tibetinusCCA ..CCCT C.T	[288]
#B.selebencis-1T ..CT ..A ... C..CT ... C.G	[288]
#B.selebensis-2T ..CT ..A ... C..CT ... C.G	[288]
#B.melanostictus	GCA GGG GTG TCA TCC ATC CTT GGG GCA ATT AAC TTT ATT ACC ACT ACA	[336]
#B.japonicus	..G ..T ..A ..GG ..A ..TTC ..A ..A ..C	[336]
#B.bufoT ..AT ..T ..ACC ..C	[336]
#B.tibetinus	..G ..T ..ATA ..CTA ..A ..C	[336]
#B.selebencis-1	..CC ..T ..TGCC ..A ..A ..C	[336]
#B.selebensis-2	..CC ..T ..TGCC ..A ..A ..C	[336]
#B.melanostictus	CTA AAC ATA AAG CCC CCT TCA ATA ACT CAA TAT CAG ACG CCT CTG TTT	[384]
#B.japonicus	..TAACC ..A ..A ..C ..A ...	[384]
#B.bufoAAG ..C ..G ..C ..A ..A ..C T.A ..C	[384]
#B.tibetinus	..CGA ..AGC ..A ..A ..C T.A ...	[384]
#B.selebencis-1	..CAGCC ..C ..A ..C	[384]
#B.selebensis-2	..CAGCC ..C ..A ..C	[384]
#B.melanostictus	GTG TGA TCT GTC CTG ATT ACT GCA GTC CTT CTT CTT CTC TCT CTT CCC	[432]
#B.japonicusT.A ..CTA ..C ..GC ..A ..A	[432]
#B.bufoGT ..AC ..T ..TA ..TG ..A	[432]
#B.tibetinus	..AC ... T..T ..T T.A ..C ..AC ..G ..A	[432]
#B.selebencis-1	..CG ... T.A ..C ..C ..C ..AC ..CC ..A ..A	[432]
#B.selebensis-2	..CG ... T.A ..C ..C ..C ..AC ..CC ..A ..A	[432]
#B.melanostictus	GTC CTT GCA GCA GGG ATT ACA ATG CTT CTT ACT GAC CGA AAC TTA AAC	[480]
#B.japonicusC ..CAC ..A ..C ..C ..CC	[480]
#B.bufo	..GCAC ..A ..CC ..TTT	[480]
#B.tibetinusC ..TA ..C ..T ..A ..C ..CC ..C ..T	[480]
#B.selebencis-1	..A T.A ..CC ..C ..C ..AA ..AT C.. ..T	[480]
#B.selebensis-2	..A T.A ..CC ..C ..C ..AA ..AT C.. ..T	[480]
#B.melanostictus	ACA ACA TTC TTC GAC CCT GCT GGA GGG GGA GAC CCT ATT TTA TAC CAG	[528]
#B.japonicusT ..TA ..C ..T ... G.C C.C ..T ..A	[528]
#B.bufoT ..TC ..G ..A ..T C.GA	[528]
#B.tibetinusT ..TC ..A ..CC ..C C.CA	[528]
#B.selebencis-1TA ..C ..AC ... C.GA	[528]
#B.selebensis-2TA ..C ..AC ... C.G -- ---	[528]

```

#B.melanostictus CAC CTC TTC TGG TTC TTT GGG CAC CCT GAG GTT TAT ATC CTA ATT CTC [576]
#B.japonicus      ... ..T ..A ..T ..C ..C ..T ..A ... ..C ..C ... ..C ... [576]
#B.bufo           ..T ... ..T ..A ... ..C ... ..- --- --- --- --- --- --- [576]
#B.tibetinus      ... ..T ..A ... ..C ..T ... ..A ..A ..C ..C ... ..C ..C ... [576]
#B.selebencis-1   ... ..A ... ..A ..T ... ..T ..T ..A ..A ... ..A ... ..A ... [576]
#B.selebencis-2   --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- [576]

#B.melanostictus CCC GGG TTT GGT ATC AT [593]
#B.japonicus      ... ..C ..A ... .. [593]
#B.bufo           --- --- --- --- --- -- [593]
#B.tibetinus      ... ..C ..A ..T .. [593]
#B.selebencis-1   ... ..G. ... .. [593]
#B.selebencis-2   --- --- --- --- --- -- [593]

```

Gambar 2. Hasil pensejajaran gen sitokrom C oksidase sub unit I *Bufo selebencis* (593 bp) dengan data GenBank sebagai pembandingan. Tanda titik menunjukkan nukleotida identik, bar menunjukkan indel.

Berdasarkan Gambar 2, terdapat 413/593 (70%) nukleotida bersifat kekal, dan 180/593 (30%) nukleotida bervariasi. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah nukleotida kekal atau dipertahankan sama pada setiap spesies dalam satu genus lebih besar daripada jumlah nukleotida yang bervariasi. Hasil serupa juga ditemukan pada spesies katak yang umum ditemukan di Asia, yaitu *Fajervarya cancrivora* (Nasaruddin dan Suriana, 2015). Variasi nukleotida pada suatu sekuen gen yang disejajarkan berasal dari mutasi substitusi, delesi atau mutasi frame shift (Nei dan Kumar, 2000). Tingginya laju mutasi substitusi pada gen mitokondria telah dilaporkan pada berbagai taksa (Crawford, 2003). Mutasi tersebut meliputi mutasi pada basa ke-2 dan ke-3 dari suatu kodon. Sekuen yang mengalami mutasi pada suatu basa dapat menyebabkan penggantian pembacaan kode genetik yang menyebabkan penggantian asam amino yang disandi (Nei dan Kumar, 2000). Meskipun demikian tidak semua mutasi bersifat demikian; terdapat mutasi yang bersifat *nonsense*. Implikasi variasi nukleotida antar sekuen yang disejajarkan baik yang merubah asam amino yang disandi maupun tidak, adalah adanya nukleotida penciri yang membedakan setiap spesies.

Komposisi nukleotida gen sitokrom C oksidase sub unit I antar *Bufo selebencis* dan *Bufo* data GenBank disajikan pada Table 1.

Tabel 1. Komposisi nukleotida sitokrom C oksidase sub unit I antar *Bufo*

Spesies	Timin	Sitosin	Adenin	Guanin	Total
<i>B.melanostictus</i>	32,4	28,0	20,2	19,4	593
<i>B.japonicus</i>	28,7	31,5	22,8	17	593
<i>B.bufo</i>	31,8	29,1	22,4	16,8	594
<i>B.tibetinus</i>	28,5	32,0	22,8	16,7	593
<i>B.selebencis-1</i>	29,5	30,4	22,8	17,4	593
<i>B.selebencis-2</i>	28,9	31,2	22,2	17,5	523
Rata-rata	30,0	30,4	22,2	17,5	574,8

Tabel 1 menunjukkan bahwa komposisi nukleotida antar *Bufo* yang dibandingkan memiliki prosentase timin yang paling tinggi dan guanine yang

paling rendah. Hasil serupa sejalan dengan pernyataan beberapa peneliti sebelumnya, bahwa komposisi basa nitrogen pada gen sitokrom C oksidase didominasi oleh timin dan secara keseluruhan, genom mitokondria kaya akan timin dan adenin.

Prediksi asam amino yang disandi oleh gen sitokrom C oksidase sub unit I *Bufo selebensis* disajikan pada Gambar 3.

```
#A.amino_COI_B.melanostictus IVTAHAFVMI FFVMPILIG GFGNWLVLPM [ 30]
#A.amino_COI_B.selebencis .....I. ..M.I.....I [ 30]

#A.amino_COI_B.melanostictus IGAPDMAFPR MNNMSFWLLP PSFLLLLTSA [ 60]
#A.amino_COI_B.selebencis .....I.... I..... .....A.. [ 60]

#A.amino_COI_B.melanostictus GVEAGAGTGW TVYPPLAGNL AHAGPSVDLT [ 90]
#A.amino_COI_B.selebencis ..... ..... [ 90]

#A.amino_COI_B.melanostictus IFSLHLAGVS SILGAINFIT TTLNMKPPSM [120]
#A.amino_COI_B.selebencis ..... .....I....I [120]

#A.amino_COI_B.melanostictus TQYQTPLFVW SVLITAVLLL LSLPVLAAAGI [150]
#A.amino_COI_B.selebencis ..... ..... [150]

#A.amino_COI_B.melanostictus TMLLTDRNLN TTFDPAGGG DPILYQHILFW [180]
#A.amino_COI_B.selebencis .I..... ..... [180]

#A.amino_COI_B.melanostictus FFGHPEVYIL ILPGFGI [197]
#A.amino_COI_B.selebencis .....Q ....C.. [197]
```

Gambar 3. Prediksi asam amino yang disandi oleh fragmen gen sitokrom C oksidase sub unit I *Bufo selebensis*, dengan *B. melanostictus* sebagai pembandingan. Tanda titik menunjukkan asam amino identik.

Berdasarkan hasil pensejajaran asam amino pada Gambar 3, dengan data asam amino *Bufomelanostictus* dari GenBank, diperoleh asam amino kekal sebanyak 185/197 (94%) dan 12/197 (6%) asam amino bervariasi. Jika dibandingkan dengan prosentase nukleotida kekal dan bervariasi dengan prosentase asam amino yang disandi, terlihat ada konsistensi yaitu, asam amino bersifat kekal jauh lebih banyak daripada asam amino bervariasi. Meskipun demikian pada dasarnya, terdapat beberapa variasi nukleotida pada sekuen tersebut yang tidak menyebabkan variasi asam amino. Hal ini terlihat bahwa variasi nukleotida sebanyak 30%, sedangkan variasi asam amino hanya 4%. Hasil demikian telah ditemukan pula pada katak lain (Nasaruddin dan Suriana, 2015; Suriana dan Nasaruddin, 2016). Variasi asam amino dari suatu sekuen disebabkan oleh adanya mutase *sense*; yaitu mutase pada satu basa triple dari kode genetik, yang menyebabkan pengganti asam amino yang disandi oleh sekuen tersebut (Nei dan Kumar, 2000), mutasi tersebut umumnya disebabkan oleh penggantian basa kedua dari suatu kode genetik. Mutasi pada basa ke-3, umumnya tidak merubah asam amino disebabkan oleh adanya kode genetik yang bersifat degeneratif (Tamura *et al.*, 2007).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengkaraktisasi fragmen gen sitokrom oksidase sub unit I sepanjang 593 bp dari sekitar 700 bp hasil sekuensing. Karakteristik gen tersebut adalah prosentase nukleotida maupun asam amino kekal, jauh lebih banyak dibandingkan nukleotida dan asam amino bervariasi. Komposisi nukleotida didominasi oleh timin.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada pemberi dana penelitian ini; BOPTN UHO 2015. BKSDA atas izin pengambilan sampel katak di kawasan Suaka Margasatwa tanjung Peropa Moramo, Sulawesi Tenggara.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Crawford AJ (2003). Relative rates of nucleotide substitution in frog. *J Mol Evol.* 57:636-641
- [2] Evans BJ, Supriatna J, Andayani N, Setiadi MI, Cannatella DC, and Melnick DJ (2003) Mongkay and Toads Define Area of Endemism of Sulawesi. *Evolution*, 57; 1436–1443
- [3] GenBank. <http://nucleotida.ncbi.nlm.nih.gov>. Access on April 2014.
- [4] Hajibabaei M, Janzen DH, Burns JM, Hallwachs W, Hebert PDN. 2005. DNA Barcodes Distinguish Species of Tropical Lepidoptera. *PNAS* 103:968-971.
- [5] Hajibabaei MG, Singer AC, Clare EL, Hebert PDN. 2007. Design and applicability of DNA arrays and DNA barcodes in biodiversity monitoring. *BMC Biology* 5:24.
- [6] Harmon CM, Meyers KS, Scarlett DL, Stilger BL. 2006. Using Mitochondrial COI Gene Sequence To Evaluate Relatedness in The Genus *Unionicola* (Acari: Unionicolidae). *Proceedings of the 2006 University of Evansville Undergraduate Conference for Science, Engineering, and Mathematics*.
- [7] Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, deWaard JR. 2003. Biological identifications through DNA barcodes *Proc. R. Soc. Lond. B*.
- [8] Hebert PDN, Ratnasingham S, deWaard JR. 2003. Barcoding animal life: Cytochrome C oxidase subunit I divergences among closely related species. *Proc R Soc Lond B (Suppl.) The Royal Society*.
- [9] Hulcr J, Miller SC, Darrow GPSK, Muller DN, Hebert PDN, Weiblen GD . 2007. DNA Barcoding Confirms Polyphagy in a Generalist Moth, *Hontona mermerodes* (Lepidoptera: Tortricidae).

-
- [10]Nasaruddin, Suriana, Adi, D.A, Salamansyah. 2009. The Karyotype of seven species of Amphybians (Anuran Order) from South-East Sulawesi. *JurnalVeterinier* 10 (2):77-86.
 - [11]Nasaruddin dan Suriana (2015) Molecular phylogeny and characteristics of partial gen of cytochrome oxidase subunit I of *Vejevarya cancrivora* from Tanjung Peropa Wildlife Cape Southeast Sulawesi. *Proceeding Celebes International Conference on Diversity of Wallacea's Line*. Kendari Mei 8-10, 2015
 - [12]Nei M, Kumar S. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*.Oxford University Press. New York.
 - [13]Pauli GB, Hillis DM, and Cannatella CD (2004) The History of a Neartic Colonization: Molecular phylogenetycp and phylogeography of the Neartic toads (*Bufo*). *Evolution* 58: 2517-2535.
 - [14]Porta JG,Litvinhuck SN, Crocet PA, Romano A, Geniez PH, Lo-Valvo M, Limberakis P, dan Carranza S (2012) Molecular phylogenetics and historical biogeography of the west-palearctic common toads (*Bufo bufo* species complex), *Molecular Phylogenetics and Evolution*.
 - [15]Pramuk JB, Has CA, and Hedges SB (2001) Molecular Phylogeny and Phylogeography of West Indian Toad (Anura:Bufonidae).*Molecular Phylogeny and Evolution* 20:294-301.
 - [16]Sambrook, JEF, Fritch, Maniatis T. 1989. *Molecular Cloning, a laboratory manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
 - [17] Suriana dan Nasaruddin (2016) Filogeni molekuler katak pohon (*Polypedates selebencis*) berdasarkan partial gen sitokrom oksidase C sub unit I. *Jurnal Veterinier* (in press).
 - [18]Tamura K, Dudley J, Nei M, Kumar S. 2007. MEGA 4: Molecular evolutionery genetics analysis.Software Version 4. *Mol. Biol. Evol.* 24(8):1596–1599.

Pengaruh Tepung Sagu (*Metroxylon rumphii*) Terhadap Histopatologi Lambung Mencit (*Mus musculus*)

Andi Asmawati Azis¹, Andi Munisa¹, Ratna Mulyana Dewi¹

¹Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

Jl. Dg. Tata Raya, Makassar

Email : asma.azis@gmail.com

Abstrak

*Kasus gangguan lambung pada masyarakat yang mengkonsumsi sagu rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran histopatologi lambung mencit (*Mus musculus*) yang diberi tepung sagu (*Metroxylon rumphii*) sebelum dan sesudah diinduksi Asam Klorida (HCl). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 16 ekor mencit strain ICR, dibagi 4 kelompok masing-masing empat ekor. Kelompok 1 (kelompok normal, K1), diberikan pakan standar; kelompok 2 (kelompok gastritis, K2), diberikan pakan standar dan larutan HCl 0,6 N sebanyak 0,5 ml secara oral. Kelompok 3 (kelompok preventif, P1) merupakan kelompok mencit yang diberi tepung sagu dosis 0,0468 g/bb mencit sebelum diberi larutan HCl 0,6 N ; kelompok 4 (kelompok kuratif, P2) merupakan kelompok mencit diberi larutan HCl 0,6 N setelah diberi tepung sagu dosis 0,0468 g/bb mencit. Pemberian larutan HCl 0,6 N selama 7 hari dan pemberian tepung sagu selama 14 hari. Setelah 14 hari, mencit di bedah dan lambungnya diambil untuk pemeriksaan histopatologi. Hasil penelitian, pada kelompok K2 menunjukkan kerusakan mukosa lambung lebih banyak dibandingkan kelompok K1. Kelompok preventif dan kuratif menunjukkan penurunan signifikan kerusakan mukosa lambung terhadap kelompok mencit K2 dan secara statistik tidak berbeda nyata dengan kelompok perlakuan K1. Simpulan, tepung sagu memiliki efek terhadap gambaran histopatologi lambung mencit.*

Kata kunci : histopatologi lambung, mencit , sagu (*Metroxylon sp.*)

1. PENDAHULUAN

Pola makan yang teratur dan tepat dapat menjadi pilihan untuk selalu hidup sehat. Pola makan sehat berarti mengkonsumsi semua makanan yang di butuhkan tubuh dan terpenuhi secara seimbang.

Salah satu zat gizi yang harus tercukupi adalah karbohidrat. Peran karbohidrat bagi tubuh adalah menyediakan energi untuk melakukan berbagai aktivitas. Sagu termasuk salah satu sumber karbohidrat yang penting untuk memenuhi kebutuhan kalori. Kadar karbohidrat sagu setara dengan karbohidrat yang terdapat pada tepung beras, singkong dan kentang, bahkan dibandingkan dengan tepung jagung dan terigu kandungan karbohidrat tepung sagu relatif lebih tinggi, (Fadila, 2010).

Sagu merupakan tanaman asli Indonesia, luas areal sekitar 1,128 juta ha atau 51,3% dari 2,201 juta ha areal sagu dunia, dan 85% diantaranya terdapat di Papua. Konsumsi sagu di Papua tahun 2004 sebagai salah satu daerah penghasil sagu terbesar di Indonesia mencapai 50,18 kg/kapita/tahun, lebih rendah dibanding bahan pangan lainnya yaitu padi dan ubi-ubian masing-masing 130 kg dan 75,30 kg/kapita/tahun. Produksi sagu pada tahun 2004 sekitar 7.140 t/tahun,

harga tepung sagu mencapai Rp13.500/kg atau hampir dua kali lipat harga tepung ubi atau beras (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua 2004 dalam Limbongan, 2007).

Selain sebagai sumber makanan pokok, sagu memiliki sejumlah manfaat yang baik untuk kesehatan tubuh, salah satunya adalah berperan dalam meningkatkan pertahanan mukosa pada lambung. Makanan yang terbuat dari sagu dapat menyembuhkan dan mengurangi sakit pada penderita sakit maagh (gastritis). Menurut Saripuddin (2006), sagu pada umumnya mengandung pati yang terdiri dari amilosa 27.4 % dan amilopektin 72.6 %. Perbandingan amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati. Semakin besar kandungan amilopektin maka pati akan lebih basah, lengket dan cenderung menyerap air.

Amilum atau pati merupakan bentuk polimer karbohidrat yang banyak tersimpan pada bagian umbi dan rimpang dari tanaman. Dalam saluran pencernaan, gel dari amilum ini diduga dapat melapisi permukaan mukosa dari lambung. Selain mampu memperlambat terjadinya proses difusi asam lambung, keberadaan gel juga meningkatkan pertahanan mukosa dengan cara mengikat senyawa pepsin (Lukitaningsih, *et al*, 2012).

Gastritis merupakan salah satu masalah kesehatan saluran pencernaan yang paling sering terjadi. Menurut WHO, di Indonesia angka kejadian gastritis di beberapa daerah juga cukup tinggi dengan prevalensi 274,396 kasus dari 238,452,952 jiwa penduduk (Sulastris, 2012).

Gastritis biasanya diawali oleh pola makan yang tidak teratur sehingga lambung menjadi sensitif bila asam lambung meningkat. Kebiasaan makan tidak teratur akan membuat lambung sulit untuk beradaptasi. Jika hal ini berlangsung lama, produksi asam lambung akan berlebihan sehingga dapat mengiritasi dinding mukosa pada lambung sehingga timbul gastritis dan dapat berlanjut menjadi tukak peptik (Rahma, *et al*, 2013).

Lambung terdiri atas beberapa lapisan mulai dari lapisan dalam sampai lapisan luar, yaitu lapisan mukosa, sub mukosa, muskularis eksterna dan serosa. Mukus yang dihasilkan oleh sel mukosa berfungsi sebagai lapisan pelindung sehingga dapat menghambat kerusakan mukosa lambung. Mekanisme proteksi diperkuat oleh fakta bahwa seluruh lapisan lambung diganti tiap tiga hari, karena kecepatan pergantian mukosa, sel-sel selalu diganti sebelum terpapar lebih lama oleh kondisi yang bisa merusak lambung. Tanpa adanya pergantian mukosa, dinding lambung bisa terluka oleh keasaman dan kandungan enzim sehingga terjadi erosi atau ulkus peptikum (Hidayat, 2006).

Menurut data dari *World Health Organization* (WHO), Indonesia menempati urutan ke empat dengan jumlah penderita gastritis terbanyak setelah negara Amerika, Inggris dan Bangladesh yaitu berjumlah 430 juta penderita gastritis. Insiden gastritis di Asia Tenggara sekitar 583.635 dari jumlah penduduk setiap tahunnya (Kemenkes RI, 2008). Gastritis termasuk ke dalam sepuluh besar penyakit dengan posisi kelima pasien rawat inap dan posisi keenam pasien rawat jalan di rumah sakit. (Profil Dinkes Nasional, 2010). Berdasarkan hal tersebut, maka akan diuji efektivitas sagu (*Metroxylon* sp.) dalam mencegah dan

mengobati gastritis pada mencit (*Mus musculus*) dengan melihat gambaran histopatologi pada lambung mencit.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas 4 kelompok perlakuan yaitu kelompok normal, kelompok gastritis, kelompok tahap preventif, dan kelompok tahap kuratif, dengan 4 ulangan. Penelitian ini dilaksanakan selama 9 bulan (Februari - Oktober 2015) di Laboratorium Biologi, FMIPA UNM dan Laboratorium Farmakologi, Fakultas Farmasi Universitas Muslim Indonesia.

Pemeliharaan hewan uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit (*Mus musculus*) ICR jantan, yang berumur 3 bulan dengan berat badan 18-30 gram sebanyak 16 ekor. Mencit diberi pakan standar AD II. Pemberian pakan dan air minum diberikan secara *ad libitum*.

Kesehatan mencit dipantau dengan cara mengamati keaktifan perilaku mencit setiap hari. Kandang yang digunakan terbuat dari plastik tembus pandang berukuran 50 x 30 cm yang dilapisi dengan sekam ampas padi dengan tebal 3 cm dan diganti setiap tiga hari. Rang kawat digunakan sebagai penutup kandang. Pada bagian samping kandang disediakan satu tempat makanan dan satu botol air minum untuk persediaan makan dan minum setiap hari.

Penyiapan Tepung Sagu (*Metroxylon rumphii*)

Tepung sagu yang digunakan berasal dari Sorong (Papua Barat) yang telah di ekstraksi kemudian dikeringkan hingga menghasilkan tepung sagu. Prosedur pemberian tepung sagu berdasarkan metode yang diperoleh dari Saiba (2013), dimana pemberian tepung sagu untuk manusia sebanyak 3 sendok makan yang diencerkan di dalam 100 ml air mineral. Selanjutnya pemberian dosis ke mencit ditentukan berdasarkan hasil konversi dari manusia ke mencit (Laurence and Bacharach, 1964) yang setara dengan 3 sendok makan penuh tepung sagu (18 gram) pada orang dewasa dengan berat 70 kg, dimana satu sendok makan tepung sagu bernilai 6 gram. Nilai konversi $\times 18 \text{ gram tepung sagu} = 0,0026 \times 18 \text{ gr} = 0,0468 \text{ gr}$. Pengenceran tepung sagu : 4,68 gr + Aquades = 100 ml. Jadi, tiap 1 ml larutan terdapat 0,0468 gr tepung sagu.

Pembuatan Preparat Awetan Lambung Mencit (*Mus musculus*)

- (1) Organ lambung dimasukkan ke dalam larutan NaCl fisiologis selama 3 menit, kemudia ke dalam larutan formalin 10 % selama 48 jam;
- (2) Dehidrasi dengan larutan alkohol 70 %, 80%, 90%, 95% dan alkohol absolut selama 24 jam.
- (3) Penjernihan dengan merendam objek dalam xylol 1, xylol 2 dan xylol 3 masing-masing selama 60 menit;
- (4) Infiltrasi. di dalam oven pada suhu 55°C. Infiltrasi dengan memasukkan objek kedalam Parafin I, II, dan III masing-masing selama 60 menit.
- (5) Penanaman (*embedding*) pada cetakan kertas yang diisi dengan parafin cair. Balok-balok parafin yang telah berisi objek dianginkan kemudian disimpan kedalam lemari pendingin (Freezer);
- (6) Penyayatan (*section*) melintang dengan ketebalan irisan (3 μm), kemudian pita

sayatan diletakkan pada baki kerja; (7) Penempelan (*afiniting*), kaca preparat terlebih dahulu ditetesi dengan albumen meyer, dan di letakkan di meja pemanas kemudian ditetesi dengan aquades, kemudian dibiarkan kering.

Tahapan Pewarnaan Jaringan

Setelah proses penempelan selesai, maka dilakukan pewarnaan dengan menggunakan pewarna *Haematoxylin Eosin* (HE). Pewarnaan dengan zat warna *Haematoxylin Erlich* dan *Eosin* dilakukan sebagai berikut : (1) Rehidrasi (Alkohol 96 % I dan II masing- masing selama 3 menit, alkohol 96% III selama 5 menit, alkohol 95%, 90% dan 80 % masing-masing selama 3 menit, alkohol 70% selama 5 menit. Pembilasan pada air kran selama 5 menit kemudian bilasan selanjutnya pada aquades selama 5 menit; (2) Pewarnaan pertama dimasukkan ke dalam larutan pewarna haematoxylin selama 1 menit 30 detik . Pembilasan kedua pada air kran selama 5 menit kemudian bilasan selanjutnya pada aquades selama 5 menit; (3) Pewarnaan kedua (pewarnaan sitoplasma) dimasukkan ke dalam larutan pewarna eosin selama 1 menit 45 detik; (4) Pembilasan ketiga pada aquades selama 5 menit. (5) Dehidrasi (dibilas sebentar pada alkohol 70%, 80%, 90%, 95%, 96% I dan 96% II, alkohol 96% III selama 1 menit); (6) Clearing (xylol 1, 2 dan 3 selama 3 menit); (7) Penutupan (*mounting*) ditetesi dengan entelan (perekat) kemudian ditutup dengan cover glass dan keringkan, kemudian preparat diberi label sebelah kanan kaca objek, kemudian diperiksa secara mikroskopis.

Analisis Data

Untuk menghitung analisis data menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) yang dilanjutkan dengan uji Tukey.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian tentang gambaran histopatologi lambung mencit (*Mus musculus*) yang diberi tepung sagu (*Metroxylon rumphii*) yang berasal dari Sorong (Papua Barat) sebelum dan sesudah diinduksi HCl 0,6 N. Terdapat 4 kelompok perlakuan dengan 4 kali ulangan. Setiap satu ekor mencit dari tiap kelompok perlakuan dibuat 5 sayatan jaringan lambung bagian fundus. Tiap sayatan kemudian dihitung kerusakan selnya dari 5 titik pandang, sehingga dari tiap kelompok ada 20 gambaran mikroskopis lambung mencit.

Perhitungan jumlah kerusakan sel mukosa pada jaringan lambung dilakukan setelah tahap perlakuan preventif dan kuratif. Tahap perlakuan preventif merupakan tahap pemberian tepung sagu diberikan selama 2 minggu yang selanjutnya diberi larutan HCl 0,6 N sebanyak 0,5 ml selama 1 minggu. Sebaliknya, tahap perlakuan kuratif merupakan tahap pemberian larutan HCl 0,6 N diberikan selama 1 minggu yang selanjutnya diberikan tepung sagu selama 2 minggu. Pemberian larutan HCl 0,6 N dan tepung sagu diberikan secara oral. Seluruh slide/ preparat diamati di bawah mikroskop *electron Olympus Opti-Lab Viewer V.2.1*. Hasil analisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) yang dilanjutkan dengan uji Tukey. Data tersaji pada tabel 4.1.

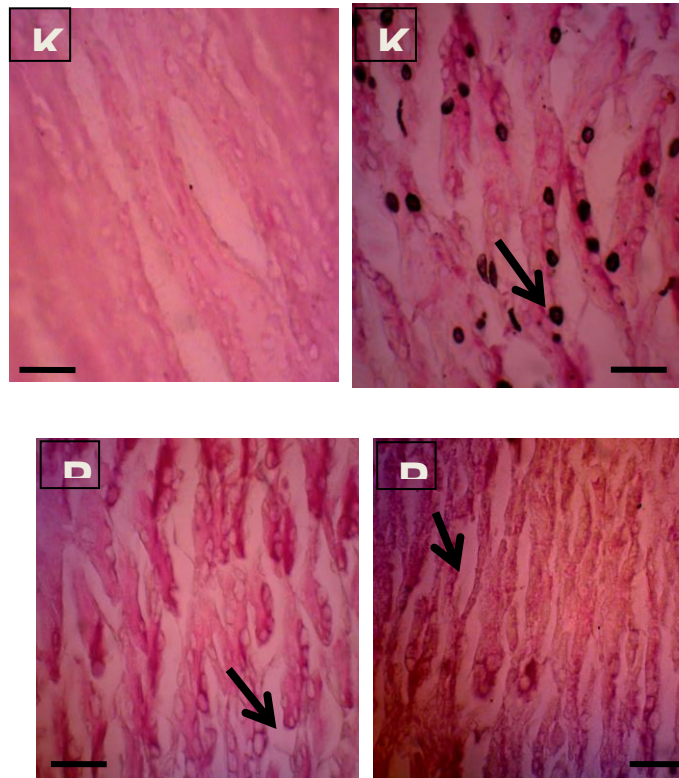
Tabel 4.1. Rata-rata jumlah kerusakan sel mukosa pada jaringan lambung mencit (*Mus musculus*) perlapang pandang perbesaran (40 x 10)

No	Perlakuan	Rata-rata Jumlah Kerusakan Sel Mukosa Lambung
1	Kelompok normal	4.25 ^a
2	Kelompok gastritis	54.00 ^b
3	Kelompok preventif	12.50 ^a
4	Kelompok kuratif	3.00 ^a

Keterangan : *Kelompok Normal : diberi pakan standar selama masa percobaan. Kelompok Gastritis : Mencit diberi pakan standar dan diberikan larutan HCl 0,6 N sebanyak 0,5 ml selama masa percobaan. Kelompok preventif: diberi tepung sagu 0,0468 g/bb sebelum diberi HCl 0,6 N. Kelompok kuratif: diberi tepung sagu 0,0468 g/bb setelah diberi HCl 0,6 N. Huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan "berbeda tidak nyata". Huruf yang berbeda menunjukkan "berbeda nyata".*

Hasil pengamatan histopatologi jaringan lambung pada setiap kelompok perlakuan berbeda- beda, dimana kelompok yang diberi pakan standar dan larutan HCl 0,6 N sebanyak 0,5 ml selama masa percobaan (21 hari) memiliki jumlah kerusakan sel mukosa lambung paling banyak diantara perlakuan lainnya. Kerusakan sel mukosa lambung ditandai dengan adanya penampakan sel parietal yang menghitam dan membentuk gumpalan. Selanjutnya, jumlah kerusakan sel mukosa lambung pada kelompok mencit tahap preventif lebih banyak dibandingkan dengan kelompok mencit tahap kuratif dan mencit yang hanya diberi pakan standar selama masa percobaan. Kelompok mencit tahap kuratif memiliki jumlah kerusakan sel mukosa lambung paling sedikit diantara semua perlakuan (Lampiran 3).

Selain mengalami kerusakan sel mukosa pada lambung yang ditandai dengan menghitamnya bagian sel parietal serta membentuk gumpalan sel, pada hasil pengamatan mikroskopis juga terlihat adanya pelebaran permukaan luminal pada area sekitar sel parietal dan sel zymogen yang dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai bentuk dari adanya kelainan sel akibat induksi HCl.



Gambar 4.1. Mikroskopis jaringan lambung yang diwarnai HE. Kelompok kontrol positif (K2) terlihat adanya kerusakan sel mukosa lambung yang ditandai dengan penampakan sel parietal yang menghitam dan membentuk gumpalan, pelebaran permukaan luminal pada area sekitar sel parietal dan sel zymogen berada. (K1) =Kontrol negatif; (K2) Kontrol Positif; (P1) = Tahap Preventif (diberi tepung sagu dosis 0,0468 g/bb mencit 14 hari sebelum diberi larutan HCl 0,6 N; (P2) = Tahap Kuratif (diberi tepung sagu dosis 0,0468 g/bb mencit 14 hari sesudah diberi larutan HCl 0,6 N). Tanda panah : Kerusakan sel mukosa lambung. Skala 50 μ m.

Hasil uji Tukey pada taraf signifikan α 0,05 (lampiran 4) menunjukkan rata-rata jumlah kerusakan sel mukosa lambung kelompok mencit yang hanya diberi pakan standar (4,25 sel) tidak berbeda nyata dengan kelompok mencit tahap preventif (12,50 sel) dan kelompok mencit tahap kuratif (3,00 sel), namun berbeda nyata dengan kelompok mencit yang diberi pakan standar dan larutan HCl 0,6 N.

Berdasarkan hasil pengamatan, pemberian tepung sagu berpengaruh nyata terhadap penurunan jumlah kerusakan sel mukosa pada jaringan lambung mencit. Penurunan jumlah kerusakan sel mukosa pada lambung mencit terlihat setelah diberikan tindakan preventif dan kuratif. Hal tersebut disebabkan karena kandungan amilum/ pati yang terdapat pada tepung Sagu. Menurut Lukitaningsih *et al* (2012), di dalam saluran pencernaan, gel dari amilum diduga dapat melapisi permukaan mukosa dari lambung. Selain mampu memperlambat terjadinya proses difusi asam lambung, keberadaan gel juga meningkatkan pertahanan mukosa dengan cara mengikat senyawa pepsin.

Pada kelompok mencit yang hanya diberikan pakan standar tidak menunjukkan adanya perubahan patologis pada mukosa lambung mencit (*Mus musculus*). Menurut Price and Wilson (2006) dalam Bakti (2010), stres emosi berperan dalam destruksi mukosa lambung yang diakibatkan oleh perangsangan nervus vagus sehingga terjadi peningkatan pembentukan asam lambung.

Pada perlakuan kelompok mencit yang diberi pakan standar dan larutan HCl 0,6 N selama masa percobaan memiliki rata-rata jumlah kerusakan akut mukosa lambung yang paling besar. Pada pemeriksaan mikroskopis terlihat gambaran menghitamnya sel parietal, perluasan area luminal lambung sampai erosi sel mukosa lambung. Menurut Grandi dan Morini (2000), induksi asam klorida (HCl) 0,6 N menyebabkan sekresi asam lambung menjadi berlebihan yang dapat mengakibatkan kerusakan jaringan. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Grandi dan Morini (2000) yang memberikan HCl 0,6 N secara oral yang hasilnya menunjukkan sel-sel yang menghitam dan pelebaran pada permukaan luminal lambung mencit. Sel-sel parietal yang menghitam mengindikasikan adanya kerusakan akut sel mukosa lambung yang disertai dengan *hemorrhaging* atau pendarahan pada mukosa lambung, oleh sebab itu tipe gastritis seperti ini disebut sebagai gastritis erosive/ gastritis hemoragik. Sebagaimana menurut Takeuchi *et al* (1994) dalam Grandi dan Morini (2000) yang menyatakan dalam penelitiannya bahwa pemberian HCl 0,6 N yang diamati secara makroskopik terlihat adanya *hemorrhaging* atau pendarahan lambung sekitar 98,4 mm² dari bagian kelenjar lambung, dan secara histologi kerusakan mencapai lebih dari 25%.

Adanya penghitaman di daerah sel parietal berada disebabkan karena adanya kongesti pada permukaan epitel lambung dan pelebaran pada pembuluh darah di bagian mukosa lambung, sehingga menimbulkan pendarahan. Pengaruh langsung asam klorida (HCl) pada lambung ada dua, yang pertama asam klorida berpengaruh langsung terhadap kerusakan sel-sel epitel, yang kedua, asam klorida berpengaruh terhadap mikrosirkulasi mukosa (Grandi dan Morini, 2000).

Kelompok mencit tahap preventif memperlihatkan hasil uji statistik tidak berbeda nyata dengan kelompok mencit yang hanya diberikan pakan standar. Namun, pada kelompok mencit tahap kuratif, rata-rata jumlah kerusakan sel jauh lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok mencit tahap preventif. Hal tersebut membuktikan bahwa tindakan kuratif yang diberikan pada mencit dalam mengurangi kerusakan sel mukosa lambung lebih efektif dibandingkan dengan tindakan preventif. Hal ini diduga disebabkan karena kandungan kalsium yang terdapat dalam tepung sagu yang membantu dalam regenerasi sel mukosa yang telah mengalami kerusakan akibat induksi HCl 0,6 N. Sebagaimana menurut Saqa Al-'id (2010) dalam Fitrianiingsih dan Choesrina (2011), yang menyatakan dalam penelitiannya mengenai " Uji Efektivitas Madu sebagai Anti- Tukak Lambung Terhadap Tikus Putih Galur Wistar" bahwa adanya kalsium pada madu dapat turut membantu dalam proses regenerasi sel.

Kandungan kimia pada tepung sagu berupa pati atau amilum juga turut membantu dalam mengurangi jumlah kerusakan sel mukosa pada lambung. Sebagaimana menurut Lukitaningsih *et al* (2012), di dalam saluran pencernaan, gel dari amilum ini diduga dapat melapisi permukaan mukosa dari lambung. Selain mampu memperlambat terjadinya proses difusi asam lambung, keberadaan gel juga meningkatkan pertahanan mukosa dengan cara mengikat senyawa pepsin.

Tepung sagu mengandung senyawa aktif yang disebut tannin. Sebagaimana menurut Lapu dan Telussa (2013), tepung sagu umumnya mengandung tannin yang diduga dapat menghambat hidrolisis enzim. Kandungan tannin dalam tepung sagu diyakini dapat mengurangi jumlah kerusakan sel

mukosa pada lambung yang diperkuat oleh Salawu *et al* (2009) dalam Bakti (2010) menyatakan bahwa tannin merupakan komponen fitokimia yang dapat menjaga integritas membran mukosa. Tannin memiliki efek *astringent* yang menyebabkan terbentuknya presipitasi *micro-proteins* pada permukaan luar sel-sel mukosa pada lambung sehingga membentuk lapisan pelindung yang menghalangi absorpsi zat-zat yang bersifat toksik dan mempertahankan lapisan mukosa terhadap kerja enzim-enzim proteolitik. Tannin menurunkan permeabilitas lapisan permukaan luar mukosa dan meningkatkan pertahanan terhadap infeksi bakteri, iritasi bahan kimia, khususnya iritasi mekanik (Borrelli dan Izzo, 2000 dalam Bakti, 2010).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu, sebagai berikut:

1. Pemberian tepung sagu (*Metroxylon rumphii*) sebelum di induksi Asam Klorida (HCl) 0,6 N (tahap preventif) berpengaruh terhadap gambaran histopatologi pada lambung mencit (*Mus musculus*) yang menandakan bahwa tepung sagu efektif dalam tindakan preventif kerusakan mukosa lambung.
2. Pemberian tepung sagu (*Metroxylon rumphii*) sesudah di induksi Asam Klorida (HCl) 0,6 N (tahap kuratif) berpengaruh terhadap gambaran histopatologi pada lambung mencit (*Mus musculus*) yang menandakan bahwa tepung sagu efektif dalam tindakan kuratif kerusakan mukosa lambung.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bakti, Kholid Kusuma (2010) *Efek Proteksi Jus Jambu Biji Putih (Psidium guajava L.) Terhadap Kerusakan Histologis Mukosa Lambung Mencit yang Diinduksi Aspirin*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret.
- [2] Depkes RI. (2008) *Profil PP&PL*. (Online) http://www.pppl.depkes.go.id/asset/download/PROFIL_PP&PL_2008.pdf. Diakses pada 22 Oktober 2014.
- [3] Dinas Kesehatan Kota makassar (2012) *Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Kota Makassar tahun 2011*. Makassar: Dinas Kesehatan.
- [4] Fadila, Ila (2010) *Potensi Sagu Dalam Upaya Diversifikasi Makanan*. Ila@ut.ac.id. Pdf. Diakses pada 20 Agustus 2014.
- [5] Fitriyaningsih, Sri Peni dan Choesrina (2011) Uji Aktivitas Madu Sebagai Anti Tukak Lambung Terhadap Tikus Putih Galur Wistar. *Jurnal Sains, Teknologi, dan Kesehatan*. 2(1): 15-16.
- [6] Grandi, Daniella dan Morini, Giuseppina (2000) Famotidine Prevents Deep Histologic Lesions Induced by 0,6 HCl in Rat Gastric Mucosa: Role of Parietal Cell. *Digestive diseases and Science Journal*. 45(4): 803.

- [7] Hidayat, Agus Purwo (2006) *Gambaran Histopatologi Gaster Mencit Balb/C pada Pemberian Arsen Trioksida Dosis Bertingkat Peroral*. Skripsi. Semarang: Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro.
- [8] Kanro, M. Zain, et al. (2003) Tanaman Sagu dan Pemanfaatannya di Propinsi Papua. *Jurnal Litbang Pertanian*. 22:121-122.
- [9] Lappu, Petrus dan I. Telussa (2013) Analisis Kandungan Pati Resistensi Dari Beberapa Jenis Pati Sagu di Maluku Dengan Variasi Suhu Pemanasan. *Indonesia Journal Chemistry Research*. 6(1): 9.
- [10] Laurence, D.R. and A.L. Bacharach (1964) *Evaluation of Drugs Activities*. London: Pharmacometrics
- [11] Limbongan, Jermia (2007) Morfologi Beberapa Jenis Sagu Potensial di Papua. *Jurnal Litbang Pertanian*. 26(1): 16.
- [12] Lukitaningsih et al. (2012) Kajian Glisemik Indeks dan Makronutrien Dari Umbi-umbian Dalam Upaya Pencarian Sumber Pangan Fungsional. *Jurnal Farmasi Indonesia Pharmacoon*. 13(1): 19.
- [13] Rahma, et al. (2013) Faktor Risiko Kejadian Gastritis di Wilayah Kerja Puskesmas Kampili Kabupaten Gowa. *Jurnal Kesehatan*. 2(2): 2

PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK DAUN CENGKEH (*Zysygium aromaticum*) PADA MINYAK SELAYAR TERHADAP KADAR GLUKOSA DAN KOLESTEROL MENCIT (*Mus musculus*)

A. Mu'nisa*, A. Asmawati*, A. Farida A*, Dahniar., dan N Amaliah.

*Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar
Jl. Daeng Tata Raya Kampus Parangtambung UNM Makassar
Email: mu_nisa@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk daun cengkeh (*Zysygium aromaticum*) pada minyak Selayar terhadap kadar glukosa dan kolesterol mencit (*Mus musculus*). Penelitian ini terdiri 4 perlakuan dan masing-masing perlakuan terdiri atas 5 ulangan, yaitu kelompok mencit diberi pakan standar (kontrol negatif); kelompok 2 yaitu kelompok mencit diberi pakan standar dan pakan kolesterol (kontrol positif); Kelompok 3 yaitu kelompok mencit diberi pakan standar dan minyak Selayar; dan kelompok 4 yaitu kelompok mencit diberi pakan standar dan minyak Selayar yang telah diberi bubuk daun cengkeh. Pengukuran kadar glukosa dan kadar kolesterol darah mencit dilakukan sebanyak 3 kali yaitu 2 minggu setelah masa adaptasi (tahap 1), 2 minggu setelah pemberian minyak (tahap 2) dan 2 minggu setelah pemberian pakan kolesterol (tahap 3). Berdasarkan hasil analisis data baik kadar kolesterol maupun kadar glukosa menunjukkan bahwa pada kelompok 4 (tahap ke-2) terjadi penurunan kadar glukosa dan kolesterol, tapi pada tahap 3 terjadi peningkatan kadar kolesterol dan glukosa pada kelompok mencit yang hanya diberi minyak sedangkan pada kelompok mencit yang diberi minyak dan bubuk daun cengkeh menunjukkan kadar glukosa dan kolesterol yang normal. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan bubuk daun cengkeh ke dalam minyak goreng Selayar berpengaruh dalam menormalkan kadar glukosa dan kadar kolesterol darah mencit.

Kata Kunci : Daun cengkeh (*Zysygium aromaticum*), kadar kolesterol, kadar glukosa, minyak goreng asal Selayar

1. PENDAHULUAN

Minyak goreng asal Selayar adalah salah satu minyak goreng yang masih diolah secara tradisional oleh masyarakat setempat. Namun, mutu minyak goreng yang pengolahannya masih tradisional masih rendah. Hal ini disebabkan karena masalah faktor penyimpanan dan pengemasan yang tidak sesuai standar yang tidak berlaku. Bila minyak goreng tersebut disimpan terlalu lama pada tempat di atas suhu kamar, maka minyak goreng tersebut akan mudah mengalami proses oksidasi karena setiap kenaikan suhu sebesar 15°C laju oksidasi menjadi dua kali lipat.

Oksidasi pada minyak goreng tentunya akan menyebabkan peningkatan radikal bebas dan bila minyak goreng tersebut dikonsumsi akan menimbulkan berbagai kerusakan pada tingkat sel sampai kerusakan tingkat

organ. Kerusakan tersebut akan menimbulkan terjadinya berbagai penyakit degeneratif, misalnya atherosclerosis, hipertensi, diabetes melitus, stroke, kanker dan lainnya.

Namun kerusakan minyak goreng akibat radikal bebas dapat diatasi dengan pemberian antioksidan. Antioksidan ini terbagi atas dua yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik. Secara alami beberapa jenis tumbuhan merupakan sumber antioksidan, hal ini dapat ditemukan pada beberapa jenis sayuran, buah-buahan segar, dan beberapa tumbuhan rempah-rempah. Tumbuhan rempah-rempah diantaranya cengkeh (*Zysygium aromaticum*), jahe (*Zingiber officinale*), bawang putih (*Allium sativum*). Tumbuhan ini adalah tumbuhan sumber antioksidan yang memiliki senyawa bioaktif yang dapat berperan sehingga antioksidan ini dapat menghambat ketengikan pada minyak.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa proses ketengikan minyak goreng dapat dihambat dengan pemberian antioksidan, baik antioksidan sintesis maupun anti oksidan alami. Antioksidan sintesis yang sering digunakan dalam mencegah ketengikan pada minyak adalah *butylated hydroxytoluene* (BHT) dan *butylated hydroxyanisole* (BHA), namun pemakaian yang lebih akan menimbulkan efek keracunan sedangkan antioksidan alami yang dapat digunakan untuk mencegah ketengikan salah satunya yaitu penambahan bubuk daun cengkeh yang mengandung kadar fenol dan menunjukkan aktivitas antioksidan dan lebih tinggi dibanding α -tokoferol (Mu'nisa, 2012). Selain itu, penelitian secara *in vitro* menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun cengkeh dapat mencegah peningkatan kadar kolesterol darah pada hewan uji kelinci (Mu'nisa, 2008). Hal ini disebabkan karena daun cengkeh mengandung senyawa bioaktif berupa eugenol, yang dapat mencegah terjadinya proses oksidasi pada minyak goreng.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk daun cengkeh pada minyak goreng asal Selayar yang diolah secara tradisional terhadap kadar kolesterol dan glukosa darah pada mencit.

2. ALAT, BAHAN, DAN METODE PENELITIAN

2.1 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah alat-alat gelas berupa gelas kimia ukuran 250 mL dan 1000 mL, labu Erlenmeyer, gelas ukur, batang pengaduk, baskom, rang kawat, perlengkapan makan dan minum, gunting, oven, dan alat pengukur glukosa dan kolesterol berupa *nesco multi check*.

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah 70 mL minyak Selayar yang terbuat dari jenis kelapa hybrid, 0,9 gram daun cengkeh, kertas saring, pakan kolesterol berupa bubuk kuning telur sebanyak 210 gram yang telah di oven, aluminium foil, dan syringe, pakan standar berupa AD 1 yang di dapat dari pasar tradisional.

2.2 PROSES PEMBUATAN BUBUK DAUN CENGKEH

Daun cengkeh yang digunakan adalah daun tua yang berada dalam fase pertumbuhan stagnam. Daun cengkeh dicuci sampai bersih dengan menggunakan

air dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada suhu kamar 27 °C – 28 °C selama 48 jam. Setelah daun cengkeh kering, kemudian di blender 400 rpm sampai halus dan diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 60 mesh. Bubuk daun cengkeh di masukkan ke dalam plastic kemasan yang transparan untuk menghindari kontaminan dan disimpan pada wadah tertutup.

2.3 PROSES PENAMBAHAN BUBUK DAUN CENGKEH KE DALAM MINYAK SELAYAR

Sebanyak 70 mL minyak Selayar di panaskan di *waterbath* pada suhu 50 °C – 65 °C selama \pm 30 menit. Bubuk daun cengkeh sebanyak 0,9 gram dicampurkan ke dalam minyak Selayar. Minyak goreng sebagai suspense untuk senyawa eugenol dan fenol yang terkandung dalam bubuk daun cengkeh. Minyak Selayar di saring untuk memisahkan ampas bubuk daun cengkeh.

2.4 PEMBERIAN PERLAKUAN

Hewan uji yang digunakan berupa mencit (*Mus musculus*) galur *Sprague dawley* berjenis kelamin jantan, sehat, dan beraktivitas normal yang di pelihara di *Green House* Biologi FMIPA UNM. Mencit berumur 2 bulan sebanyak 20 ekor dengan bobot 25 \pm 5 gram. Mencit dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan dan masing-masing kelompok perlakuan terdiri atas 5 ekor mencit dalam satu kandang.

Mencit diadaptasikan selama 2 minggu dengan diberi pakan komersial berupa pakan standar tepung AD1 dan air minum secar *ad libitum* sebelum diberi pakan perlakuan (pakan kolesterol berupa bubuk kuning telur) agar cara hidup dan makanannya menjadi seragam. Pada minggu ketiga, mencit dikelompokkan sesuai kelompoknya masing-masing. Kelompok mencit ditentukan berdasarkan bobot badan yang dibagi ke dalam 4 kelompok perlakuan. Perlakuannya seperti berikut: a) Kelompok I (kontrol negatif) yaitu kelompok mencit jantan hanyadiberi pakan standar dengan dosis 1,4 gram/ekor/hari selama masa percobaan, b) Kelompok II (Kontrol positif) yaitu kelompok mencit jantan diberi pakan standar dengan dosis 1,4 gram/ekor/hari di tambah bubuk kuning telur sebanyak 1 gram/ekor/hari, c) Kelompok III, yaitu kelompok mencit jantan diberi pakan standar 1,4 gram/hari/ekor dan diberi minyak Selayar tanpa bubuk dan cengkeh selama 2 minggu dengan dosis 1 mL/ekor/hari. Setelah 2 minggu, mencit diberi pakan kolesterol dengan dosis 1 gram/ekor/hari selama 2 minggu dan d) Kelompok IV, yaitu kelompok mencit jantan diberi pakan standar dengan dosis 1,4 gram/ekor/hari dan diberi minyak Selayar ditambah bubuk daun cengkeh 0,3 % dengan dosis 1 mL/ekor/hari selama 2 minggu. Setelah 2 minggu diberi pakan kolesterol dengan dosis 1 gram/ekor/hari.

2.5 MASA PENGUKURAN KADAR GLUKOSA DAN KOLESTEROL DARAH

Setiap 14 hari dilakukan pengukuran kadar glukosa. Pengukuran kadar glukosa dilakukan setelah masa adaptasi sebagai kadar glukosa awal dan masa pemberian perlakuan (setelah mencit diberi minyak) serta setelah diberikan pakan kolesterol berupa pakan kolesterol.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 KADAR GLUKOSA DARAH

Rata-rata kadar glukosa mencit jantan (*Mus musculus*) setelah pemeriksaan kadar glukosa tahap I atau sebelum perlakuan (setelah masa adaptasi) dan tahap II (setelah pemberian minyak goreng) dan tahap III (setelah pemberian pakan berupa pakan kolesterol) dapat dilihat pada table 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rata-rata kadar glukosa mencit jantan (*Mus musculus*) sebelum dan setelah perlakuan

Perlakuan	Rata-rata kadar glukosa mencit jantan (<i>Mus musculus</i>) mg/dL		
	Tahap I	Tahap II	Tahap III
Kontrol negative	90,40 ^a	78,20 ^a	97,75 ^a
Kontrol hiperkolesterolemia	88,40 ^a	99,40 ^b	122,50 ^b
Minyak Selayar	83,80 ^a	110,20 ^b	121,80 ^b
Minyak Selayar+bubuk daun cengkeh	90,20 ^a	104,75 ^b	103,75 ^a

Keterangan : Huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan “tidak berbeda nyata”. Huruf yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan “berbeda nyata”.

Pada Tabel 1, hasil analisis rata-rata kadar glukosa (mg/dL) Mencit jantan (*Mus musculus*) menunjukkan rata-rata kadar glukosa yang masih normal. Batas kadar glukosa normal 50 mg/dL – 135 mg/dL. Rata-rata kadar glukosa antara Tahap I, Tahap II, dan Tahap III, tidak mengalami kenaikan secara drastis meskipun dengan menggunakan minyak goreng asal Selayar.

3.2 KADAR KOLESTEROL

Data hasil pengukuran kadar kolesterol mencit (*Mus musculus*) mulai dari pengukuran sebelum perlakuan (kadar kolesterol awal pada mencit) (tahap I), setelah pemberian minyak (tahap II), sampai setelah pemberian pakan kolesterol (tahap III). Rata-rata kadar kolesterol dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Kadar Kolesterol (mg/dL) Mencit (*Mus musculus*) sebelum dan setelah perlakuan

Perlakuan	Rata-rata kadar kolesterol (mg/dL) Mencit (<i>Mus musculus</i>)		
	Tahap I	Tahap II	Tahap III
Kontrol negative	110,00 ^a	110,60 ^a	123,00 ^a
Kontrol hiperkolesterolemia	118,40 ^a	134,00 ^b	188,60 ^b
Minyak Selayar	112,40 ^a	129,20 ^{ab}	150,60 ^{ab}
Minyak Selayar+bubuk saun cengkeh	120,00 ^a	114,80 ^{ab}	113,60 ^a

Keterangan: Huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan “berbeda tidak nyata”. Huruf yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan “berbeda nyata”. Huruf yang berbeda antar kolom yang satu dengan kolom yang lain menunjukkan “sangat berbeda nyata”.

Minyak goreng asal Selayar mengandung asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asupan lemak jenuh dalam jumlah banyak akan meningkatkan kolesterol total darah yang berarti juga dapat meningkatkan kejadian aterosklerosis dan selanjutnya meningkatkan resiko penyakit arteri koroner. Terjadinya peningkatan kadar lemak darah dan obesitas serta resistensi insulin merupakan suatu sindroma metabolik yang memiliki kaitan erat dengan timbulnya aterosklerosis (Tsalissavrina, *et al.*, 2006).

Penggunaan minyak goreng asal Selayar sebagai bahan pelarut terhadap senyawa eugenol dan fenol yang terkandung dalam dalam bubuk daun cengkeh dapat mengambat terjadinya ketengikan pada minyak akibat adanya radikal bebas. Radikal bebas merupakan suatu molekul yang sangat reaktif karena mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan.

Secara alami beberapa jenis tumbuhan merupakan sumber antioksidan, hal ini dapat ditemukan pada beberapa jenis sayuran, buah buahan segar, beberapa jenis tumbuhan dan rempah-rempah (Praptiwi, *et al.*, 2006 dalam Dalimarta & Soedibyo, 1998). Beberapa jenis tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai rempah-rempah adalah tumbuhan dari suku Myristicaceae. Cengkeh adalah salah satu jenis tanaman rempah-rempah yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi karena adanya kandungan eugenol yang cukup tinggi (Mu'nisa, dkk, 2012).

Menurut (Fitriana dan Zubaedah, 2010 dalam Pinsirodom (2010) menyatakan bahwa kandungan total fenol memiliki korelasi yang kuat dengan aktivitas antioksidan, dimana apabila total fenol memiliki nilai yang tinggi maka aktivitas antioksidan juga cenderung akan meningkat.

Kelompok mencit jantan (*Mus musculus*) yang mendapatkan perlakuan pemberian minyak goreng asal Selayar tanpa bubuk daun cengkeh (*Zysygium aromaticum*) mengalami penurunan kadar glukosa dan kolesterol setelah mendapatkan perlakuan pemberian minyak goreng yang sudah ditambahkan bubuk daun cengkeh (*Zysygium aromaticum*). Penurunan kadar glukosa dan kolesterol ini disebabkan oleh senyawa fenol yang cukup dapat meningkatkan antioksidan primer yang ada dalam tubuh, sehingga apabila terjadi peningkatan radikal bebas yang berdampak pada kenaikan glukosa darah, maka antioksidan alami yang ada dalam tubuh akan meningkat sehingga dapat menangkap dan mencegah pembentukan radikal bebas yang lain.

Daun cengkeh memiliki kandungan eugenol dan fenol yang tinggi. Senyawa eugenol ini dapat menetralkan radikal asam lemak dan radikal oksigen

dengan cara menghambat terbentuknya metabolit reaktif dan mencegah kerusakan pada jaringan. Senyawa eugenol melengkapi kekurangan electron pada radikal bebas yang ada pada minyak Selayar sehingga menghambat terjadinya reaksi berantai dan kemudian radikal bebas yang ada pada minyak menjadi stabil dan minyak goreng menjadi sehat dan apabila diberikan kepada mencit, maka akan memberikan efek atau pengaruh positif pada mencit. Aktivitas antioksidan dan fenol tersebut menyebabkan glukosa darah dapat terkontrol (Fitriana dan Zubaedah, 2010).

Pemberian pakan kolesterol pada mencit jantan dapat meningkatkan kadar kolesterol sehingga jika kadar kolesterol meningkat maka kadar glukosa darah pun akan meningkat. Peningkatan kadar glukosa ini disebabkan karena meningkatnya jumlah radikal bebas yang disebabkan oleh minyak. Radikal bebas yang meningkat dapat merusak organ pada mencit jantan (*Mus musculus*). Organ yang rentan mengalami kerusakan utamanya organ pankreas karena apabila organ pankreas rusak maka sekresi insulin menjadi terganggu sehingga terjadi peningkatan kadar glukosa.

Kelebihan kolesterol merupakan penyakit yang ditakuti, karena mengganggu kesehatan jantung. sebenarnya kita hanya perlu sejumlah kecil kolesterol yaitu untuk membuat dan memelihara sel-sel saraf serta untuk mensintesis hormone di dalam tubuh. Jika kadar kolesterol darah berlebihan, maka sebagian kolesterol itu akan mengendap. Keadaan ini membahayakan bila sampai menyebabkan pecahnya pembuluh darah. Apabila pembuluh yang pecah adalah pembuluh darah di otak yang dapat menyebabkan kelumpuhan (Suparman, 2009).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan bubuk daun cengkeh ke dalam minyak goreng Selayar berpengaruh dalam menormalkan kadar glukosa dan kadar kolesterol darah mencit

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitriana Ismini, Iva., dan Zubaedah, Elok., . 2010. *Studi Komparasi Pemberian Cuka Salak dan Cuka Anggur Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah dan Histopatologi Sel Pankreas pada Tikus Wistar Jantan Diabetes Mellitus yang Diinduksi Streptocin*. Malang: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- [2] Mu'nisa, A. Dkk. 2012. *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Cengkeh*. Bogor: Laboratorium Histologi Veteriner, Laboratorium Fisiologi Veteriner, Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.
- [3] Praptiwi, et al., 2006 dalam Dalimarta dan Soedibyo. 1998. *Nilai Peroksida dan Aktivitas Anti Radikal Bebas Diphenyl Picril Hidrazil Hidrate (DPPH) Ekstrak Metanol Knema laurina*. Bogor: LIPI Bidang Botani Puslit Biologi.

- [4] Praptiwi, dkk, 2006 dalam Dyatmiko et al, 2000. *Nilai Peroksida dan Aktivitas Anti Radikal Bebas Diphenyl Picril Hidrazil Hidrate (DPPH) Ekstrak Metanol Knema laurina*. Bogor: LIPI Bidang Botani Puslit Biologi.
- [5] Suparman, S. 2009. *Pengaruh Pemberian Infus Daun Seledri (Apium graveolens L) Terhadap Kadar Kolesterol Serum Darah Marmut (Cavia cobaya)*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- [6] Tsalissavrina, Iva, dkk. 2006. *Pengaruh Pemberian Diet Tinggi Karbohidrat Dibandingkan Diet Tinggi Lemak Terhadap Kadang Trigliserida dan HDL Darah Pada Rattus Novergicus Galur Wistar*. Malang: Laboratorium Ilmu Penyakit Dalam dan Laboratorium Ilmu Gizi Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

KANDUNGAN OMEGA-6 PADA EKSTRAK BIJI MAHONI (*SWIETENIA MAHAGONI* Jacq)

Hartati¹, Hartono¹

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Makassar

Jl. Daeng Tata Raya Makassar Sulawesi Selatan

Email: tati_biounm@yahoo.co.id

Abstrak

Biji mahoni (Swietenia mahagoni Jacq) telah banyak digunakan dalam pengobatan tradisional untuk penyakit hipertensi, diabetes, demam malaria dan penyembuhan luka. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan bahan aktif biologi, asam lemak dan tetranortriterpenoid. Sehingga kajian ini bertujuan untuk menganalisis lebih spesifik kandungan asam linoleat (omega-6) dari biji mahoni. Penelitian ini dilakukan dengan mengekstrak biji mahoni dengan metode sokhlet dengan menggunakan pelarut heksan untuk mendapatkan minyak biji mahoni. Selanjutnya untuk mengetahui kandungan asam linoleat dari ekstrak biji mahoni dilakukan analisis dengan menggunakan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry). Hasil menunjukkan bahwa biji mahoni memiliki kandungan asam linoleat (omega-6) 29,57%. Banyaknya kandungan asam linoleat (omega-6) pada ekstrak biji mahoni membuktikan bahwa biji mahoni dapat digunakan untuk mengobati beberapa jenis penyakit. Hal ini disebabkan karena omega-6 memiliki banyak manfaat dalam bidang kesehatan.

Kata kunci: Swietenia mahagoni Jacq, omega-6

1. PENDAHULUAN

Swietenia mahagoni Jacq. termasuk Famili Meliaceae umumnya tumbuh di Asia seperti India, Malaysia, China dan Indonesia. Di Indonesia *Swietenia mahagoni* dikenal dengan nama Mahoni. Bijinya telah banyak digunakan dalam pengobatan tradisional untuk penyakit hipertensi, diabetes, demam malaria dan penyembuhan luka. Selain itu bijinya memiliki efek terapi disebabkan karena adanya bahan aktif biologi, asam lemak dan tetranortriterpenoid (Bascal *et al.*, 1997). Hasil penelitian lain mengatakan bahwa biji mahoni mempunyai aktivitas antiradang, antimutagen dan antitumor (Guevera *et al.*, 1996).

Salah satu senyawa yang dimiliki oleh biji mahoni adalah asam lemak. Omega-6 (asam linoleat 18:2 n-6) adalah asam lemak yang banyak mempunyai peranan penting dalam bidang kesehatan manusia. Hubungan kesehatan dengan asam linoleat terletak adanya ikatan rangkap ganda. Omega-6 ini merupakan asam lemak tak jenuh esensial yang tidak diproduksi oleh tubuh tetapi didapatkan dari makanan. Secara umum kebutuhan omega -6 bagi orang dewasa sehat adalah 1-3 gram/hari, jika jumlah itu tidak terpenuhi maka berpotensi terjadi gangguan metabolisme tubuh dan berbagai akibatnya. Omega 6 masuk umumnya dalam bentuk asam linoleat (LA), dalam tubuh kemudian disintesis menjadi GLA (Gamma-Linolenic acid), DGLA (dihomo-gamma-linolenic acid) dan AA (Arachidonic acid). Dari senyawa tersebut yang terpenting adalah DGLA, oleh tubuh zat tersebut disintesa menjadi prostaglandin tipe 1 (PGE1). PGE1

mempunyai fungsi pengaturan kardiovaskuler, penurunan kolesterol, anti inflamasi vasodilator dan membantu kerja insulin. Bila jumlah asam linoleat cukup maka tubuh tidak akan mengalami kekurangan DGLA dan PGE1.

Beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa Omega-6 memiliki banyak manfaat yaitu menurunkan kadar kolesterol dalam darah (Sundram Kalyana, 2003), mencegah dan mengobati penyakit jantung koroner (David Rubin, 1985, menurunkan tekanan darah (Kamegai Takeshi *et al*, 2005) , menormalkan kadar gula (Remmereit *et al*, 2002), mengobati rematik (Menard Michael *et al*, 2002, mencegah dan memperbaiki stroke (Hiroyasu Iso, 2002) dan Kegunaan bagi kulit, regenerasi sel dan perbaikan ketahanan/stamina (Lautenschlaeger Hans, 2003).

Penelitian kandungan asam lemak pada biji mahoni telah banyak dilakukan tetapi kajian khusus analisis omega-6 pada biji mahoni belum dilakukan. Mengingat pentingnya omega-6 bagi tubuh dan manfaat biji mahoni yang sangat banyak, sehingga perlu dilakukan kajian lebih mendalam kandungan omega-6 pada biji mahoni.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengekstrak biji mahoni dan melakukan analisis kandungan omega-6 (asam linoleat) terhadap hasil ekstrak biji mahoni. Penelitian ini diharapkan memberi kontribusi dalam penemuan senyawa aktif sebagai alternatif pemanfaatan tumbuhan sebagai obat herbal.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu alat-alat gelas (pyrex), blender (Sharp), timbangan digital, tabung reaksi, pipet, sarung tangan, oven, masker, pisau, gunting, peralatan sokhlet, *rotary evaporator* (BUCHI Rotavapor, R-114) dan GC-MS. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji mahoni, n-heksan, air suling, air bebas ion.

Metode Penelitian

Persiapan Sampel (Biji Mahoni)

Biji mahoni disortir dan dipisahkan biji dari kulitnya. Kemudian, biji-biji ini dibilas dengan air mengalir untuk membuang kotoran-kotoran sebelum dikeringkan. Biji-biji yang telah dibersihkan seterusnya dipotong kecil dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama seminggu untuk menghilangkan kelembaban. Selanjutnya di blender untuk memperoleh biji dalam bentuk serbuk kemudian disimpan di dalam lemari pendingin (16°C) sampai analisis berikutnya.

Ekstraksi biji Mahoni

Pengekstrakan biji mahoni dilakukan menurut metode yang dijelaskan oleh Markom *et al*. (2007) dengan sedikit perubahan. Pengekstrakan biji mahoni dilakukan dengan menggunakan metode pengekstrakan Soxhlet. Untuk mendapatkan ekstrak, 5 gram serbuk biji mahoni ditimbang dan dimasukkan ke dalam tempat pengekstrakan Whatmann berdimensi 25 mm x 100 mm yang terbuat dari selulosa, dan ditambahkan 150 mL n-heksan (100%) diletakkan di

bahagian bawah timbel tersebut. Proses pengekstrakan dijalankan selama 6 jam pada suhu 65°C. Kemudian, hasil ekstrak dimasukkan ke dalam sebuah rotari evaporator (BUCHI Rotavapor, R-114) pada suhu 40°C selama 2 jam untuk menghilangkan pelarut. Ekstrak kemudian diletakkan pada keadaan suhu ruang sebelum ditimbang secara gravimetri untuk menghitung hasil ekstrak. Sampel ekstrak kemudian disimpan pada suhu 4°C di dalam lemari pendingin sampai analisis berikutnya. Hasil ekstrak yang diperoleh dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Persen hasil ekstrak (\%)} = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

Dimana m_0 = berat sampel (g)

m_1 = berat ekstrak (g)

Analisis omega-6 (asam linoleat) dengan menggunakan GC-MS

Penentuan unsur aktif dari senyawa yang diekstrak dilakukan dengan menggunakan metode Gas Kromatografi –Massa Spektrometri (GC-MS) seperti yang diterangkan oleh Kandhro *et al.* (2008) dengan sedikit modifikasi.

Bagi menentukan kualitas senyawa-senyawa yang diekstrak, semua sampel dianalisis menggunakan GC-MS. Analisis GC-MS pada asam lemak metil ester (FAMES) dilakukan menggunakan Agilent 1909Is-433. Kolum kapilari HP-5MS (5% fenil metilsiloksana) berdimensi 30 m x 0.25 mm diameter dalam x 0.25 µm ketebalan film (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) digunakan bagi pemisahan asam lemak metil ester. Suhu awal pada 150°C ditetapkan selama 2 menit sebelum dinaikkan ke suhu 230°C pada kadar 4°C/min, dan kemudian ditetapkan pada suhu 230°C selama 5 menit. Nisbah pemisahan adalah 1:50, dan helium digunakan sebagai gas pembawa, dengan kadar aliran 0.8 mL/menit. Suhu injeksi adalah 240°C dan 260°C. Massa Spektrometri diatur dalam elektron pada 70 eV dalam kisaran 50-550 m/z. Penentuan kandungan omega-6 (asam linoleat) berdasarkan area puncak dari kromatogram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

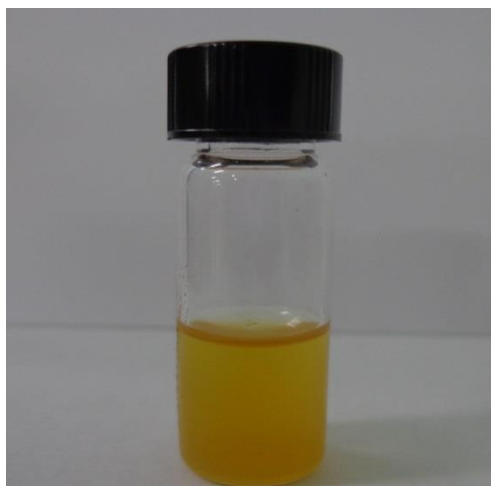
Hasil Ekstrak Biji Mahoni

Soxhlet merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk mengekstrak suatu bahan dengan pelarutan yang berulang-ulang dengan pelarut yang sesuai (Wirakusumah 2007). Pengekstrakan dengan menggunakan metode soxhlet dengan pelarut n-heksana diperoleh hasil ekstrak biji mahoni dengan sifat-sifat yaitu warna kuning muda, bentuk minyak, bau khas dan rasanya pahit (Gambar 1). Jumlah ekstrak yang diperoleh dalam ekstraksi ini yaitu 20,54% Gambar 2. Tingginya hasil ekstrak yang diperoleh disebabkan tingginya keterlarutan molekul bahan biji mahoni dengan pelarut n-heksan, dan juga karena proses pengekstrakan yang lama yaitu 6 jam pada suhu 65°C. Semakin lama waktu proses pengeskrakan semakin lama waktu bersentuhan molekul bahan dengan pelarut n-

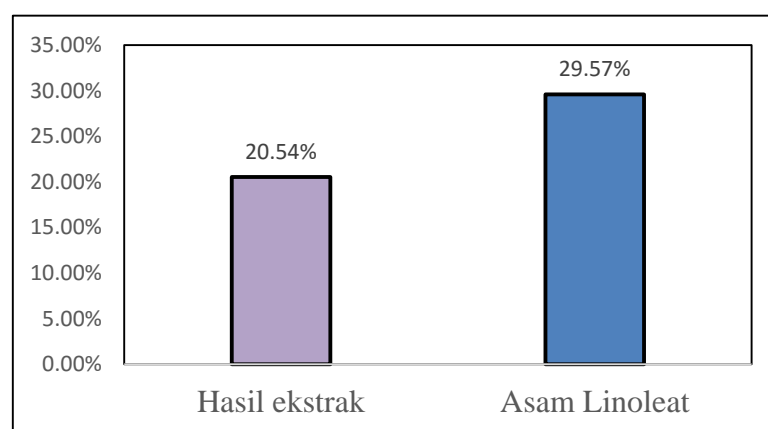
heksana. N-heksana merupakan jenis pelarut organik. Fungsi dari heksana adalah untuk mengekstraksi lemak atau untuk melarutkan lemak (Mahmudi 1997).

Kandungan Omega-6 (Asam Linoleat) Biji Mahoni

Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa ekstrak biji mahoni mengandung asam linoleat 29,57% (Gambar 2). Besarnya kandungan asam linoleat yang diperoleh dari biji mahoni hampir sama pada beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan pelarut yang berbeda. Beberapa kajian sebelumnya berturut-turut yaitu Marpaung, (2003), Mostafa, *et al.* (2011), Ali, *et al.* (2011) dan Divya, *et al.* (2012) dengan hasil kandungan asam linoleat biji *S. mahagoni* masing-masing 30.55%, 26.00%, 30.10%, dan 26.00%. Asam Linoleat merupakan zat aktif yang tidak mudah meruap dengan berat molekul 280.44548 g/mol. Menurut Fereira *et al.* (2002), kelarutan dan komposisi minyak dipengaruhi secara signifikan oleh berat molekul pada komponen minyak esensial pada lada hitam dengan menggunakan metode pengekstrakan supercritical *Fluid Extraction Carbon Dioxide* (SC-CO₂).



Gambar 1. Hasil ekstrak biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq)



Gambar 2. Hasil ekstrak dan kandungan asam linoleat biji mahoni

Kandungan omega-6 (asam linoleat) dari biji mahoni sangat penting diketahui karena untuk mengembangkan biji mahoni sebagai obat alternatif terutama untuk penyembuhan luka. Beberapa obat luka yang telah diproduksi Di Brazil, produk komersial memiliki kandungan asam linoleat untuk penyembuhan luka termasuk Dersani (Saniplan), Curatec AGE (LM Farm), Repitelin (Biolab), Dermosan (Sunny Day), AGE Cremer oleo (Cremer), AGEDerm (Helianto Farmaceutica Ltda), LinOleo (V Declair), Primoderm (LC produtos Naturais com Calendula) dan Supriderm (LC produtos Naturais com Calendula). (Ferreira *et al.*, 2012). Penelitian ini memberi informasi adanya kandungan omega-6 (asam linoleat) sehingga dapat dikembangkan sebagai obat herbal alternatif untuk menyembuhkan berbagai jenis penyakit terutama obat kulit. Meskipun demikian diharapkan penelitian lanjutan tentang aplikasi penggunaan ekstrak biji mahoni secara in vivo dan uji klinik sebelum diaplikasikan ke manusia.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil ekstrak 20,54% dengan kandungan omega-6 (asam linoleat) sebanyak 29,57% dari ekstrak biji mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq). Biji mahoni berpotensi untuk dikembangkan sebagai obat luka pada kulit.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, M.A., Sayeed, M.A., Islam, M.S., Yeasmin, M.S., Khan, G.R.M.A.M. and Ida, I.M. (2011). Physicochemical and Antimicrobial Properties of *Trichosanthes anguina* and *Swietenia mahagoni* seeds. *Bull.Chem. Soc. Ethiop.*, 25(3): 427-436
- [2] Bascal, K., Chavez, L., Diaz, I., Espina, S., Javillo, J., Manzanilla, H., Motalban, J., Panganiban, C., Rodriguez, A., Sumpaico, C., Talip, B., and Yap, S. (1997). The Effect os *Swietenia mahagoni* (Mahogany) Seed Extract on Indomethacin-induced Gastric Ulcers in Female Sprague-dawley Rats. *ActaMed. Philipp*, 3: 127-139
- [3] Divya, K., Pradeep, H.R., Kumar, K.K., Hari Venkatesh, K.R. and Jyothi, T. (2012). Herbal Drug *Swietenia mahagoni* Jacq.-A Review. *Global J Res. Med. Plants & Indigen. Med.*, 1(10); 557-567.
- [4] Ferreira, A.M., Souza, B.M., Rigotti, M.A. and Loureiro, M.R.D. (2012). The Use of Fatty acids in Wound Care: an Integrative review of the Brazilian Literature. *Rev Esc Enferm USP*, 46(3): 745-753.
- [5] Guevara, A.P., Apilado, A., Sakurai, H., Kozuka, M. and Tokuda, H. (1996). Anti-Inflammatory, Antimutagenic And Antitumor Promoting Activities of Mahogany Seeds, *Swietenia macrophylla* (Meliaceae). *Philippine Journal of Science*, 125: 271-278.
- [6] Hiroyasu Iso, (2002) Reuters Health, *Linoleic Acid Intake May Cut Stroke Risk*

- [7] Lautenschlaeger, Hans, (2003) *Essential fatty acids – cosmetic from inside and outside, English Translation of Beauty Forum* (4), 54-56).
- [8] Markom, M., Hasan, M., Wan Daud, W., Sigh, H., Jahim, J.M. (2007). Extraction of Hydrolysable Tannins From *Phyllanthus niruri* Linn.: Effects of Solvents and Extraction Methods. *Separation and Purification Technology*, 52: 487-496.
- [9] Marpaung, H. (2003). The Analysis of Fatty Acid Components in The Seeds of *Swietenia mahagony* Jacq. *Jurnal Sains Kimia*, 7(1): 26-27.
- [10] Mahmudi M. 1997. Penurunan Kadar Limbah Sintesis Asam Phospat Menggunakan Cara Ekstraksi Cair-Cair dengan Solven Campuran Isopropanol dan n-Heksane. Semarang: Universitas Diponegoro
- [11] Remmereit et al, (2002) US 6440931, *Conjugated linoleic acid in treatment and prophylaxis of diabetes*,
- [12] Wirakusumah. 2007. kadar lemak. Jakarta : Penyebar Swadaya

POTENSI CACING TANAH *Lumbricus rubellus* DALAM PENINGKATAN KANDUNGAN OMEGA 3 PADA TELUR AYAM RAS PETELUR MELALUI PEMBERIAN PAKAN

Zohra Hasyim²⁾, Eddy Sukandarsih³⁾, Ambeng⁴⁾ Marsuki¹⁾,

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin,

²⁾ Dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

E-mail : marsukiuki551@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian tentang penambahan Cacing tanah Lumbricus rubellus pada pakan dalam peningkatan kandungan omega-3 pada telur ayam Ras petelur telah dilakukan pada bulan Mei - Juli 2015 di Desa Limampocoe, Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1). Hubungan bahan tambahan Cacing tanah Lumbricus rubellus pada ransum ayam petelur dalam meningkatkan kandungan omega 3 pada telur, (2). Dosis penambahan Cacing tanah Lumbricus rubellus dalam meningkatkan kandungan omega 3 pada telur. Pengambilan sampel telur dilakukan setelah pemeliharaan ayam Ras petelur jenis Rode Islan Red (RIR) selama 4 minggu (1 bulan) dan telur yang di ambil sebanyak 3 butir setiap perlakuan. Uji omega-3 menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang (λ) 640 nm. Data yang diperoleh diolah dengan analisis deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan cacing tanah Lumbricus rubellus dalam pakan ayam ras dapat meningkatkan kandungan omega 3 pada telur dengan jumlah dosis terbaik pada konsentrasi tertinggi kandungan omega-3 yang didapatkan yaitu pada konsentrasi 10% (P2) dengan nilai 51,024 mg/l, kemudian konsentrasi 15% (P3) dengan nilai 22,695 mg/l, dan yang terendah adalah konsentrasi 5% (P1) dengan nilai 13,014 mg/l.

Kata kunci : Ayam Ras Petelur, Cacing Tanah *Lumbricus rubellus*, Omega -3.

1. PENDAHULUAN

Usaha sektor peternakan khususnya ayam ras petelur merupakan usaha yang memiliki perkembangan yang cukup pesat. Usaha peternakan ayam petelur memberikan peranan penting dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani pada masyarakat dan berbagai keperluan industri khususnya pangan. Usaha ternak ayam ras petelur untuk saat ini dan yang akan datang cukup menjanjikan karena seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, permintaan akan telur semakin bertambah (Saliem *et al.*, 2001).

Telur ayam merupakan bahan pangan yang sangat potensial untuk pemenuhan gizi masyarakat. Telur merupakan bahan pangan yang mengandung nutrisi baik untuk pertumbuhan maupun kesehatan. Telur mengandung semua kebutuhan gizi manusia secara lengkap yang meliputi sumber kalori, protein, lemak, vitamin, dan mineral (Soekarto, 2013). Potensi telur di sisi lain dianggap merugikan kesehatan karena kandungan lemak dan kolesterol yang tinggi. Total lemak dalam kuning telur adalah sebesar 29,98% dari bobot kuning telur dan terdapat kolesterol sebesar 5,20% dari bobot kuning telur (Rahayu, 2003).

Komponen pakan yang dimanfaatkan oleh ternak disebut zat gizi (Tillman, *et al.*, 1998). Pakan berfungsi dalam pembangunan dan pemeliharaan sel-sel

dalam tubuh, sumber energi, produksi, dan pengatur proses-proses dalam tubuh. Kandungan zat gizi yang harus ada dalam pakan adalah protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin dan air. Upaya yang perlu dilakukan untuk mengatasi hal tersebut dilakukan dengan teknologi manipulasi pakan menggunakan pakan fungsional yang bersifat meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, kesehatan dan produk ternak yang dihasilkannya memberikan manfaat bagi kesehatan manusia (Iriyanti, *et al.*, 2010)

Salah satu bahan pakan tambahan yang digunakan sebagai pakan tambahan dalam meningkatkan kandungan Omega 3 pada telur ayam yaitu algae karena memiliki kandungan serat yang cukup tinggi sehingga dapat mengurangi absorpsi kolesterol (Atmomarsono, 2004) di samping itu, keong mas juga memiliki kandungan protein yang tinggi (Susanto, 1993). Algae merupakan salah satu tanaman yang potensial dijadikan alternatif pakan baru. Penelitian yang dilakukan sebelumnya di Laboratorium Ternak Perah, Institut Pertanian Bogor menunjukkan kandungan abu yang tinggi pada algae. Komposisi kandungan abu tersebut dapat digunakan sebagai suplementasi mineral dalam pakan yang diberikan (Herliatika, 2015).

Produksi algae di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2002 – 2006 yaitu sekitar 62,01% per tahun, pada tahun 2002 mencapai 223.080 ton, pada tahun 2003 mencapai 231.927 ton, pada tahun 2004 mencapai 397.964 ton, pada tahun 2005 mencapai 866.388 ton, dan meningkat menjadi 1.341.141 ton pada tahun 2006 (Ditjen Perikanan Budidaya 2007). Menurut Angka dan Suhartono (2000), jenis algae merah ternyata lebih banyak dimanfaatkan ada sekitar 230 jenis, sebagian besar digunakan di bidang industri tetapi masih sedikit untuk obat. Salah satu jenis algae merah yang banyak dimanfaatkan adalah *Eucheuma cottoni*.

Komposisi kimia rumput laut bervariasi antar individu, spesies, habitat, kematangan dan kondisi lingkungannya. Kandungan rumput laut segar adalah air yang mencapai 80-90 %, sedangkan kadar protein dan lemaknya sangat kecil. Walaupun kadar lemak rumput laut sangat rendah, tetapi susunan asam lemaknya sangat penting bagi kesehatan (Winarno, 1990 *dalam* Supardi, 2015).

Keong emas merupakan salah satu masalah hama utama dalam produksi padi. Untuk mengendalikan hama keong emas, banyak petani yang memilih menggunakan moluskisida sintesis. Namun cara ini tidak terlalu efektif, selain karena harganya mahal, dalam 2-3 hari akan muncul generasi baru keong emas yang siap menyerang tanaman. Oleh karena itu, mengambil dan memanfaatkan keong emas sebagai salah satu bahan pakan ternak merupakan salah satu cara yang dapat mengendalikan ledakan populasi keong emas. Keong emas cukup potensial sebagai sumber protein dan kalsium untuk pakan ternak. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian keong emas pada itik dan ayam mampu meningkatkan produksi telur dan bobot badan (Susanto, 1993). Menurut Sulistiono (2007) *dalam* Farmansyah *et al.* (2015), keong emas diketahui mengandung asam Omega 3, Omega 6 dan Omega 9. Menurut Anderson (2004) keong mas *Pomacea canaliculata* L. memiliki kandungan protein mencapai 51%, lemak 13,61%, serat 6,09% dan abu 24%.

Telur Omega 3 merupakan salah satu produk pangan fungsional yang mengandung asam lemak Omega 3. Telur ini dihasilkan oleh ayam betina yang diberi pakan dengan kandungan asam lemak Omega 3 yang tinggi. Telur Omega 3 disebut sebagai pangan fungsional karena selain sebagai bahan pangan juga dapat memberikan efek pengobatan bagi orang yang mengkonsumsinya. Asam lemak Omega 3 sangat dibutuhkan oleh tubuh. Asam lemak tersebut dianggap sebagai asam lemak esensial. Artinya asam lemak ini esensial bagi kesehatan tubuh tetapi tidak dapat dibuat sendiri oleh tubuh. Oleh karena itu, asam lemak Omega 3 harus diperoleh dari makanan, khususnya dari ikan dan minyak nabati tertentu (Rasyid, 2003 dalam Farmansyah *et al.*, 2015).

Asam lemak Omega 3 memiliki peran penting bagi kesehatan manusia. Asam lemak DHA terbukti berpengaruh terhadap retina mata hewan percobaan. Komponen asam lemak pada membran sel otak dan retina berpengaruh terhadap fluiditas dan sifat-sifat yang berhubungan dengan aktivitas penglihatan dan reseptor sel saraf, serta inisiasi dan transmisi sel syaraf. Dalam tubuh, asam lemak esensial digunakan untuk menjaga bagian bagian struktural dari membrane sel dan untuk membuat bahan-bahan seperti hormon yang disebut eikosanoid. Eikosanoid membantu mengatur tekanan darah, proses pembekuan darah, lemak dalam darah dan respon imun terhadap luka dan infeksi, dan risiko kanker (Halilogi *et al.* 2004).

Kandungan EPA berperan dalam mencegah penyakit degeneratif sejak janin dan pada saat dewasa. Pada saat janin dalam kandungan, EPA sangat diperlukan dalam pembentukan sel-sel pembuluh darah dan jantung. Pada saat dewasa berfungsi menyehatkan darah dan jantung, mekanisme pembuluhnya dan kerja jantung pengatur sirkulasi. Oleh karena itu, defisiensi Omega 3 dapat berisiko menderita penyakit pembuluh darah dan jantung (Manurung, 2009).

Berlandaskan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai aplikasi penambahan algae *Eucheuma cottonii* dan keong emas *Pomacea canaliculata* L pada pakan ayam petelur untuk meningkatkan kadar Omega 3 pada telur.

2. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kandang ayam tempat penelitian, tangki air sebagai penyimpan air guna keperluan ayam, timbangan digital dan jangka sorong untuk mengukur berat telur dan panjang telur serta lebar telur, yang dihasilkan oleh ayam petelur, sprayer digunakan untuk disinfektan kandang bertelur, ember, pisau, parang, gunting, toples plastic, ayakan, blender, sonikasi dan spektrofotometer UV-VIS. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayam petelur yang telah memasuki masa produktif bertelur dengan usia 18 bulan, algae *Eucheuma cottonii*, keong mas *Pomacea canaliculata* L, telur ayam, pakan utama, *coomvet* dan larutan N-heksan.

Untuk penelitian ini, ayam yang digunakan yaitu ayam petelur usia 18 bulan dan sudah memasuki masa produktif. Ayam pada usia 18 bulan mempunyai berat badan 1,23 kg dan di beri pakan 60 g/ekor/hari. Dalam penelitian ini ayam yang digunakan sebanyak 12 ekor ayam dengan 4 perlakuan, dan setiap perlakuan terdiri dari 3 ekor ayam. Ayam Ras petelur yang diteliti dipelihara dalam kandang

dengan menggunakan kandang sistem battery, berbentuk sangkar yang disusun berderet, setiap ruangan kandang berisi satu-dua ekor ayam. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengontrolan pakan ayam, kanibalisme ayam dan penyakit tidak mudah menjangar dari satu ayam ke ayam yang lainnya.

Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari yaitu pada pagi hari pada sore hari. Pakan yang diberikan memiliki takaran 60 g/ekor/hari, jadi dalam satu perlakuan dibutuhkan 180 g pakan, sehingga pemberian pakan pada pagi dan sore hari masing – masing sebanyak 90 g/perlakuan, sedangkan untuk air minum diberikan secara *adlibitum* yaitu air diberikan secara oral dan disediakan setiap saat. Pakan yang diberikan pada ayam dalam penelitian ini terdiri atas tiga perlakuan dengan takaran sebagai berikut :

P₀ = kontrol (pakan basaL 100 %)

P₁ = 80% ransum basal + 5% keong mas + 15% algae

P₂ = 80% ransum basal + 10% keong mas + 10% algae

P₃ = 80% ransum basal + 15% keong mas + 5% algae

Pengambilan sampel telur dilakukan setelah pemeliharaan selama 4 minggu (1 bulan), dimana telur yang di ambil sebanyak 3 butir / perlakuan, sehingga total sampel telur yang diamati sebanyak 12 butir. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan alat sonikasi, dimana 0,25 g kuning telur ayam dicampur dengan n-heksan sebanyak 5 ml, dengan tabung tertutup. Botol sampel kemudian disonikasi pada suhu 50°C selama 6 jam.

Hasil ekstraksi biomassa kuning telur yang diperoleh, dimasukkan kedalam tabung sentrifuse dan dicampurkan dengan n-heksan sebanyak 5 ml. Sampel kemudian disentrifuse selama 20 menit dengan kecepatan 90 rpm dan diambil supernatannya untuk analisis Omega 3 yang dibandingkan dengan standar baku pada penggunaan spektrofotometri UV-VIS. Data yang diperoleh diolah dengan analisis deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari analisis data deskriptif menunjukkan bahwa asam lemak Omega 3 pada telur ayam dari sampel dapat ditingkatkan kandungannya melalui penambahan keong emas *Pomacea canaliculata* L. dan algae *Eucheuma cottonii* pada pakan ayam petelur. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 4. Nilai kandungan Omega 3 pada telur ayam dari 3 perlakuan

Perlakuan	Nilai absorbansi	Kandungan Omega 3 pada kuning telur 0,25 g
P ₁	0,814	5,051 mg/L
P ₂	2,472	16,496 mg/L
P ₃	0,232	1,033 mg/L
Kontrol	1,030	7,107 mg/L

Keterangan :

P₁ = 80% ransum basal + 5% keong emas + 15% algae

P₂ = 80% ransum basal + 10% keong emas + 10% algae

P₃ = 80% ransum basal + 15% keong emas + 5% algae

Kontrol = pakan basal 100%

Tabel 4 menunjukkan bahwa sampel telur yang menjadi kontrol memiliki kandungan Omega 3 sebesar 7, 107 mg/L dalam 0,25 g sampel kuning telur.

Kandungan Omega 3 yang dalam 0,25 g kuning telur pada perlakuan P₁ adalah sebesar 5,051 mg/L. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan kandungan Omega 3 dari sampel telur yang dihasilkan oleh ayam yang mengonsumsi pakan kontrol. Lebih rendahnya Omega 3 pada perlakuan P₁ dapat disebabkan kurang maksimalnya penyerapan nutrisi dari bahan tambahan. Adanya dominasi algae *Eucheuma cottonii* membuat ayam yang diberi perlakuan P₁ diduga memengaruhi tingkat konsumsi pakan oleh ayam, dimana menurut Rasyaf (2007), banyak bangsa unggas dan khususnya ayam komersial tidak mampu mencerna makanan yang kadar serat kasarnya berlebihan.

Perlakuan P₂ yang terdiri atas 80% pakan basal yang ditambahkan masing-masing 10% tepung keong emas *Pomacea canaliculata* L., dan 10% algae *Eucheuma cottonii* memberikan hasil kandungan Omega 3 tertinggi yakni sebesar 16,496 mg/L. Peningkatan kadar Omega 3 ini disebabkan tingginya nutrisi yang diperoleh dari tepung keong emas dan algae. Martawijaya, *et al.* (2004) memaparkan bahwa salah satu sumber bahan baku mengandung nutrisi cukup tinggi seperti protein sekitar 54%, lemak 4 - 5%, karbohidrat 30% adalah keong emas *Pomacea canaliculata* L. Sedangkan, rumput laut sendiri mengandung asam lemak Omega 3 dan Omega 6 dalam jumlah yang cukup tinggi. Dalam 100 g rumput laut kering mengandung asam lemak Omega 3 berkisar 128–1629 mg dan asam lemak Omega 6 berkisar 188–1704 mg (Winarno, 1990).

Perlakuan P₃ memiliki kombinasi pakan keong emas *Pomacea canaliculata* L. tertinggi yaitu 15 % dan tepung algae *Eucheuma cottonii* sebanyak 5% sehingga perlakuan ini dapat menyebabkan penurunan produktivitas ayam petelur dalam memproduksi telur dan dapat berakibat pada terhambatnya penyerapan nutrisi oleh ayam sehingga hasil Omega 3 pada telur yang diberi perlakuan ini memiliki nilai terendah yakni 1,033 mg/L. Menurut Sinurat (1992), batas penggunaan bahan pakan tepung keong emas *Pomacea canaliculata* L. mentah adalah 15 % dan tepung keong emas *Pomacea canaliculata* L. rebus 20 % dalam pakan. Oleh karena itu, penggunaan keong emas *Pomacea canaliculata* L. dalam pakan perlu dibatasi penggunaannya karena dalam daging keong mas terdapat zat anti nutrisi yang bersifat toksik bagi ayam, sehingga perlu dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu.

Zerehdaran *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa komposisi pakan memiliki pengaruh sangat besar dalam pembentukan lemak dalam tubuh ternak. Kandungan lemak di dalam kuning telur dapat dipengaruhi oleh kandungan lemak pakan (Bell dan Weaver, 2002; Yamamoto *et al.*, 2007). McKenneny dan Sica (2007) menyebutkan bahwa pemberian pakan yang mengandung 900 mg Omega 3 setiap hari akan menghasilkan penurunan level trigliserida sebesar 4%.

Omega 3 sangat penting bagi kesehatan bahkan paling penting di antara asam-asam lemak lainnya karena memiliki efek anti peradangan dan anti penggumpalan darah, juga baik bagi sistem saraf pusat dan otak serta dapat mencegah CVD. Menurut Innis (2000) asam lemak tak jenuh Omega 3, berperan penting dalam perkembangan morfologis, biokimia, dan molekuler dari otak dan organ lainnya. Kekurangan asam lemak Omega 3 yang disebabkan oleh asupan yang kurang atau karena adanya penyakit yang mengurangi daya serap, dapat menghambat perkembangan otak, kesehatan fisik dan interaksi lingkungan

memiliki efek yang kuat dalam pembentukan perkembangan kognitif. Defisiensi Omega 3 yang berkepanjangan dapat berakibat fatal. Kekurangan asam lemak Omega 3 menimbulkan gangguan saraf dan penglihatan serta bisa mengganggu perkembangan sistem saraf. Akibatnya, mungkin saja terjadi gangguan pada sistem daya tahan tubuh, daya ingat, mental, dan penglihatan.

4. KESIMPULAN

Pada takaran masing-masing sebesar 10%, pemberian tepung keong emas *Pomacea canaliculata* L. dan Algae *Eucheuma cottonii* sebagai bahan tambahan pada pakan ayam berpotensi meningkatkan kandungan Omega 3 pada telur ayam Ras dengan konsentrasi pakan dengan tambahan tepung keong mas *Pomaceae Canaliculata* L. dan algae *Eucheuma cottonii* pada pakan ayam petelur yang optimal untuk meningkatkan kandungan Omega 3 pada telur ayam Ras adalah 80% pakan basal + 10% tepung keong mas *Pomaceae Canaliculata* L. + 10 % tepung algae *Eucheuma cottonii*. Komposisi ini menghasilkan telur yang memiliki Omega 3 sebesar 16,496 mg/L.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anderson, A., P. Mather dan N. Richardson (2004) Nitriton of the mud Crab *Scylla serrate* (forskal). In Allan & D. Fielder (Ed.), dalam Proceeding of mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia. Allan, G and D. Fielder (Ed): 57-60.
- [2] Angka S.L., dan Suhartono (2000) Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- [3] Atmomarsono, U (2004) Upaya Menghasilkan Daging Broiler Aman dan Sehat. Pidato Pengukuhan Penerimaan Jabatan Guru Besar Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro : Semarang.
- [4] Bell, D. & Weaver (2002) Commercial Chickhen Meat and Egg. Kluwer Academic Publishers : United States of America.
- [5] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (2007) Buku Saku Statistik Perikanan Budidaya Tahun 2005. Departemen Kelautan dan Perikanan : Jakarta.
- [6] Farmansyah, M., Z. Hasyim, E. Soekoendarsi, dan Ambeng (2015) Penambahan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* dan Keong Mas *Pomacea canaliculata* pada Pakan Ayam Petelur dalam Peningkatan Kandungan Omega-3 pada Telur. Jurnal Penelitian Universitas Hasanuddin : Makassar.
- [7] Halillogi, H.I., A. Bayir, N. Sirkecioglu, N.M Aras, dan M. Atamanalp (2004) Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in sea water and freshwater. Food Chemistry. 86 : 55-59.

-
- [8]Herliantika, A (2015) Evaluasi Pemanfaatan Teknologi Silase dan Suplementasi Mineral Rumput Laut dalam Peningkatan Efisiensi Produksi Susu Sapi di Kunak. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- [9] Innis, S.M (2000) The role of dietary n-6 and n-3 fatty acids in the developing brain. *Dev Neurosci.* 22(5-6) : 474-80
- [10]Iriyanti, N., B. Rustomo dan E.A. Rimbawanto (2010). Isolasi dan Identifikasi Mikroba Rumen Penghasil Antihistamin “Histamine Methyl Transferase. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfer.* 26 (1).
- [11]Manurung, D.M (2009). Komposisi Kimia, Asam Lemak, dan Kolesterol Udang Ronggeng *Harpiosquilla raphidea* Akibat Perebusan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- [12]Martawijaya, E. I., E. Martanto dan N. Tinaprilla (2004) Panduan Beternak Itik Petelur Secara Intensif. Agromedia Pustaka : Jakarta.
- [13]McKenney J.M., and Sica D (2007). Prescription Omega-3 fatty acids for the treatment of hypertriglyceridemia. *Am J Health Syst Pharm.* 64(6) : 595-605.
- [14]Rahayu, I.H.S (2003). Karakteristik Fisik, Komposisi Kimia dan Uji Organoleptik Telur Ayam Merawang dengan Pemberian Pakan Bersuplemen Omega-3. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 19(3) : 199-205.
- [15]Rasyaf, M (2007). Penyajian Makanan Ayam Petelur. Kanisius : Yogyakarta.
- [16]Saliem, H., M. Ariani, Y. Marisa, T.B. Purwantini, dan E.M. Lokollo (2001) Analisis Ketahanan Pangan Tingkat Rumah Tangga dan Regional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian : Bogor.
- [17]Sinurat (1992). Rangkuman Hasil Penelitian Ternak Itik di Balitnak. Teknologi Peternakan dan Veteriner : Ciawi.
- [18]Soekarto, S.T (2013) Teknologi Penanganan dan Pengolahan Telur. Alfabeta : Bandung.
- [19]Supardi, W., E. Soekandarsi, Z. Hasyim, dan M. Asnady (2015) Pengaruh Penambahan Alga *Eucheuma cottonii* Pada Pakan Ayam Petelur Dalam Peningkatan Kandungan Omega 3 Pada Telur. *Jurnal Penelitian Universitas Hasanuddin* : Makassar
- [20]Susanto (1993) Siput Murbei. Kanisius : Jakarta.

- [21]Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, dan S. Prawirokusumo (1998) Ilmu makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada university Press, Yogyakarta.
- [22]Winarno. F. G (1990) Teknologi pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan : Jakarta.
- [23]Yamamoto, T., L.R. Juneja, H. Hatta, & M. Kim (2007) Hen Eggs: Basic and Applied Science. University of Alberta : Canada.
- [24]Zerehdaran, S. A.L.J. Vereijken, J.A.M. van Arendonk, dan E.H. van der Waaij. (2004) Estimation of Genetic Parameters for Fat Deposition and Carcass Traits in Broiler. Poultry Science. 521-525.

KERAGAMAN GENETIK ESAT-6 (*Early Secretory Antigenic Target-6*) *Mycobacterium tuberculosis* SEBAGAI KANDIDAT VAKSIN TUBERKULOSIS

Rosana Agus
Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
e-mail :rosana_agus@yahoo.com

ABSTRAK

Sampai saat ini, vaksin BCG yang digunakan untuk mencegah penyakit tuberkulosis tidak berhasil, karena tetap tingginya penderita tuberkulosis di dunia. Demikian pula di Indonesia, walaupun hampir seluruh penduduk Indonesia telah memperoleh vaksinasi BCG, namun jumlah penderita tuberkulosis tetap meningkat dan menjadikan Indonesia pada peringkat kedua tertinggi di dunia setelah Tiongkok. Oleh karena itu, diperlukan pengganti vaksin BCG yang efektif sehingga pemberantasan tuberkulosis dapat dilakukan. Salah satu antigen yang banyak diteliti sebagai kandidat vaksin tuberkulosis adalah *early secreted antigen target* yang berbobot molekul 6 kDa (ESAT-6). Protein ini disekresikan oleh *M. tuberculosis* pada fase awal dari pertumbuhannya, dan telah dibuktikan dapat menginduksi produksi interferon gamma ($INF\gamma$) oleh sel T CD8. $INF\gamma$ ini dapat mengaktivasi makrofag yang terinfeksi *M. tuberculosis* untuk membunuh bakteri tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman genetik dari gen ESAT-6 isolat lokal *Mycobacterium tuberculosis* dari beberapa daerah di Indonesia. Tahapan penelitian yang digunakan adalah pengumpulan sampel dari beberapa daerah di Indonesia, mengisolasi DNA genom *M. tuberculosis*, merancang primer ESAT-6, mengamplifikasi dengan PCR dan analisis sekuensing. Hasil penelitian diperoleh bahwa gen pengkode ESAT-6 dari isolat lokal *M. tuberculosis* asal Indonesia tidak menunjukkan keragaman genetik karena memiliki tingkat homologi yang tinggi, yaitu antara 95 – 100%, sehingga berpotensi digunakan sebagai kandidat vaksin tuberkulosis.

Kata kunci : ESAT-6, *M.tuberculosis*, vaksin, BCG

1. LATAR BELAKANG

Menurut laporan WHO tahun 2013, Indonesia menempati urutan ke tiga jumlah kasus tuberkulosis setelah India dan Cina dengan jumlah penderita sebesar 700 ribu kasus. Angka kematian masih sama dengan tahun 2011 sebesar 27 per 100.000 penduduk, namun angka insidennya turun menjadi 185 per 100.000 penduduk di tahun 2012 (WHO, 2013).

Penderita TB di Indonesia pada tahun 2009 sebanyak 231.370 orang. Profinsi dengan peringkat 5 tertinggi penderita TB adalah Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatera Utara, dan Sulawesi Selatan. Perkiraan kasus TB paru BTA positif di Jawa Barat sebanyak 44.407, Jawa Timur sebanyak 39.896, Jawa Tengah sebanyak 35.165, Sumatera Utara sebanyak 21.197, dan Sulawesi Selatan sebanyak 16.608 (Profil Kesehatan Indonesia, 2009).

Berbagai strategi telah dilaksanakan untuk mencegah dan mendeteksi TB. Vaksinasi dengan vaksin Bacille Calmete Guerin (BCG) merupakan satu-satunya vaksin yang masih digunakan di seluruh dunia (Brosch *et al.*, 2005). Vaksin ini terdiri dari sel hidup *Mycobacterium bovis* galur BCG (Bacille Calmette- Guerin)

yang telah dilemahkan. Namun saat ini diketahui bahwa vaksin BCG tidak efektif karena tetap tingginya penderita tuberkulosis di dunia termasuk Indonesia.

Beberapa usaha telah dilakukan untuk mengembangkan vaksin baru yang difokuskan pada identifikasi antigen *Mycobacterium tuberculosis* sebagai vaksin sub unit potensial. Salah satu antigen yang berpotensi adalah ESAT-6 *M. tuberculosis*.

ESAT-6 (Early Secretory Antigenic Target)) dikode oleh gen Rv3874. Dalam penelitian yang menggunakan pendekatan hibridisasi Southern, diketahui bahwa gen pengkode ESAT-6 terdapat pada *M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. marinum*, *M. leprae*, *M. bovis*, *M. gastri*, *M. kansasii* tetapi tidak ditemukan pada *M. bovis* galur BCG (Geluk, A. *et.al.*, 2004).

Protein ini telah banyak digunakan sebagai antigen dalam uji pengenalan sistem imunitas. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa ESAT-6 merupakan antigen sel B yang kuat. ESAT-6 juga telah diketahui mengenali sera dari semua hewan terinfeksi (Daugelat, S. *et.al.*, 2003; Mustafa *et al.*, 2002). Ketika diujikan ke serum penderita dan subjek kontrol (penderita yang terinfeksi oleh *Mycobacterium* lain selain *M. tuberculosis* dan orang sehat), diketahui bahwa 25% penderita tuberkulosis membentuk antibodi, namun tidak ada antibodi terhadap ESAT-6 untuk subjek kontrol.

Ruang lingkup penelitian ini adalah untuk mendapatkan antigen ESAT-6 *M. tuberculosis* sebagai kandidat vaksin tuberkulosis. Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Agus, R dkk, 2006 telah mengkarakterisasi antigen ESAT-6 *Mycobacterium tuberculosis* sebagai kandidat vaksin tuberkulosis dengan tingkat homologi DNA 97-100%. Jadi tingginya homologi DNA yang diperoleh membuktikan bahwa antigen ESAT-6 dapat digunakan sebagai kandidat vaksin tuberkulosis. Namun perlu untuk mengetahui apakah gen ESAT-6 *M. tuberculosis* memiliki keragaman genetik atau tidak, sehingga vaksin ini dapat dipakai secara universal.

1.1 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman genetik ESAT-6 *Mycobacterium tuberculosis* sebagai kandidat vaksin tuberkulosis yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia

2. METODE PENELITIAN

2.1 Dekontaminasi sputum

Pengambilan sputum dilakukan pada beberapa daerah di Indonesia. Sputum ditambahkan dengan volume yang sama pada ketiga campuran zat dekontaminan (volume 1:1), yaitu 4% NaOH, 2.9% Sodium citrate dan N-acetyl-L-cystein. Kemudian diencerkan dengan Phosphate Buffer Saline (PBS) atau aquades steril. Sediaan ini dipakai untuk pewarnaan ZN dan kultur TB.

2.2 Kultur *M. tuberculosis*

Kedalam 0,6 liter air dimasukkan 37,5 gr medium Lowenstein Jensen, 2,5 gr potassium dehydrogen phosphate, 0,24 gr magnesium sulfate-heptahydrate 0.24 gr, dan 0,6 gr tri-Magnesium dicitrate-4-hydrate. Ditambahkan juga L-Asparagin

3.6 gr. Potato flour 30.0 gr/1.6 ltr, Malachit green 0.4 gr/ 1.6 lt, dan 12 ml glycerol.. Ditambahkan telur ayam kampung yang baru dengan takaran sebanyak 1 liter. Busa udara ditapis dengan kasa steril, lalu dibagi rata ke botol steril sebanyak 5 ml per botol. Selanjutnya medium LJ dipadatkan dengan 85°C, 45 menit selama 2 hari berturut-turut dalam posisi miring.

2.3 Pewarnaan Ziehl Neelsen

Koloni yang akan digunakan, diperiksa kebenarannya dengan pewarnaan Ziehl Neelsen, dengan menambahkan karbol fuchsin 0,3%. Setelah dicuci ditambahkan dengan HCl alkohol 3%, dicuci lagi kemudian ditambahkan zat warna metilen biru 0,3%.

2.4 Isolasi DNA kromosom *M. tuberculosis*

Isolasi dilakukan dengan metode Boom dengan celite yang akan mengikat kromosom. Ke dalam sampel ditambahkan buffer lisis L6, disentrifugasi pada 12.000 rpm. Selanjutnya ke dalam supernatan ditambahkan celite, sentrifugasi lagi. Endapan dicuci dengan buffer L2 sebanyak dua kali. Kemudian dicuci dengan etanol 70%, aseton masing-masing dua kali. Endapan dilarutkan dengan menambahkan buffer TE.

2.5 Amplifikasi *ESAT-6 Mycobacterium tuberculosis* menggunakan PCR

Amplifikasi dengan PCR menggunakan primer spesifik dilakukan 30 siklus dengan denaturasi 94°C 1 menit, annealing 62°C 1 menit dan terminasi 72°C 1 menit. Karakterisasi dilakukan dengan elektroforesis gel agarosa. Produk PCR yang diharapkan berukuran 285 bp.

2.6 Pemurnian produk PCR

Pemurnian dilakukan dengan kit GFX, dengan memasukkan tabung ke dalam kolom GFX. Kemudian ditambahkan "capture buffer", sentrifugasi pada 13.000 rpm. Selanjutnya ke dalam kolom ditambahkan "wash buffer". Kolom dipindahkan ke tabung eppendorf baru dan ditambahkan aquades kemudian sentrifugasi.

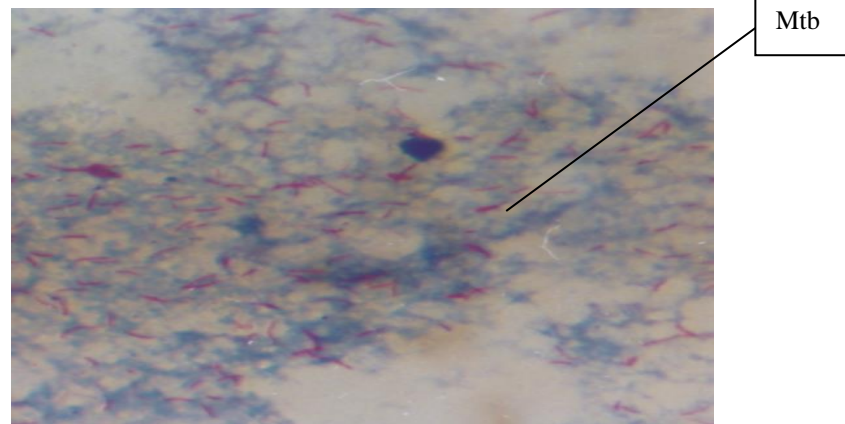
2.7 Sekuensing produk PCR

Sekuensing dilakukan dua arah untuk membuktikan kebenaran *ESAT-6* dan dianalisa dengan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) pada NCBI data base.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengambilan Sampel

Sampel penderita TB yang diperoleh didekontaminasi dan setelah pewarnaan Zn diperoleh sampel adalah positif *Mycobacterium tuberculosis* yang berbentuk batang dan berwarna merah seperti pada gambar 4.

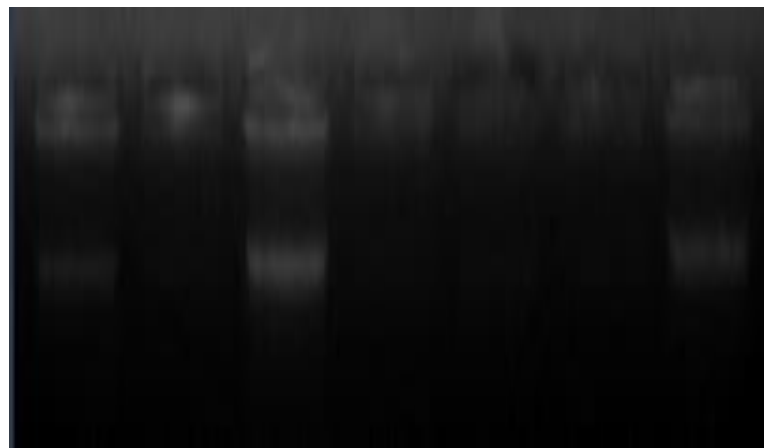


Gambar 1. *M.tuberculosis* setelah pewarnaan Zn

3.2. Isolasi DNA kromosom *Mycobacterium tuberculosis*

Isolasi kromosom pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik Boom. Metode ini berdasarkan proses lisis dari sel dan menginaktifkan sifat nuklease dengan agen "chaotropic" yaitu guanidium thiocynate (GuSCN). Selanjutnya asam nukleat akan bergabung dengan partikel silika atau diatom yang terdapat dalam reagen tersebut. Diatom merupakan bahan yang mengikat DNA dan berasal dari fosil dinding sel alga uniseluler.

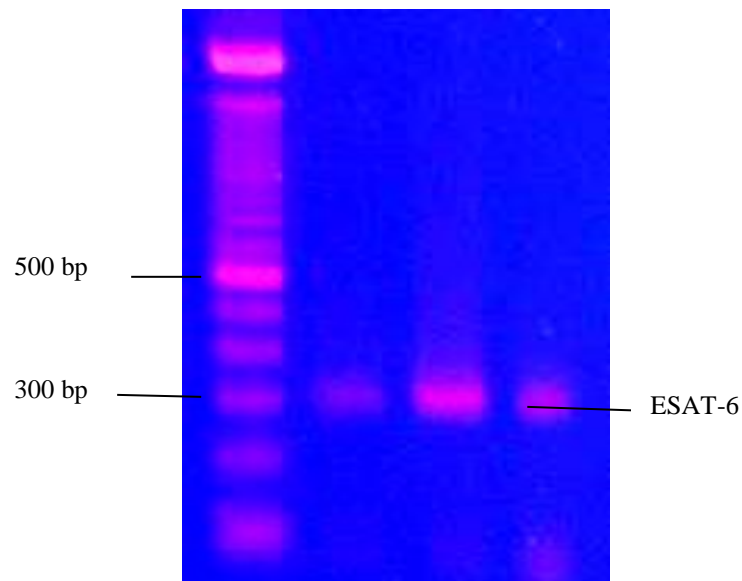
Hasil elektroforesis gel agarosa dari ekstraksi DNA kromosom dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. DNA kromosom *M. Tuberculosis*

3.3 Amplifikasi ESAT-6 *M.tuberculosis* menggunakan PCR

Amplifikasi ESAT-6 menggunakan primer spesifik dilakukan untuk mendapatkan gen pengkode ESAT-6 dengan ukuran 285 bp. Setelah dilakukan optimasi PCR diperoleh hasil seperti pada gambar 3



Gambar 3. Produk PCR dari ESAT-6

3.4 Pemurnian DNA

Sebelum sekuensing ESAT-6, dilakukan pemurnian DNA menggunakan kit GFX. Tujuannya agar produk PCR yang diperoleh benar-benar murni tanpa adanya kontaminan.



Gambar 4. Produk PCR hasil pemurnian

3.5 Sekuensing DNA

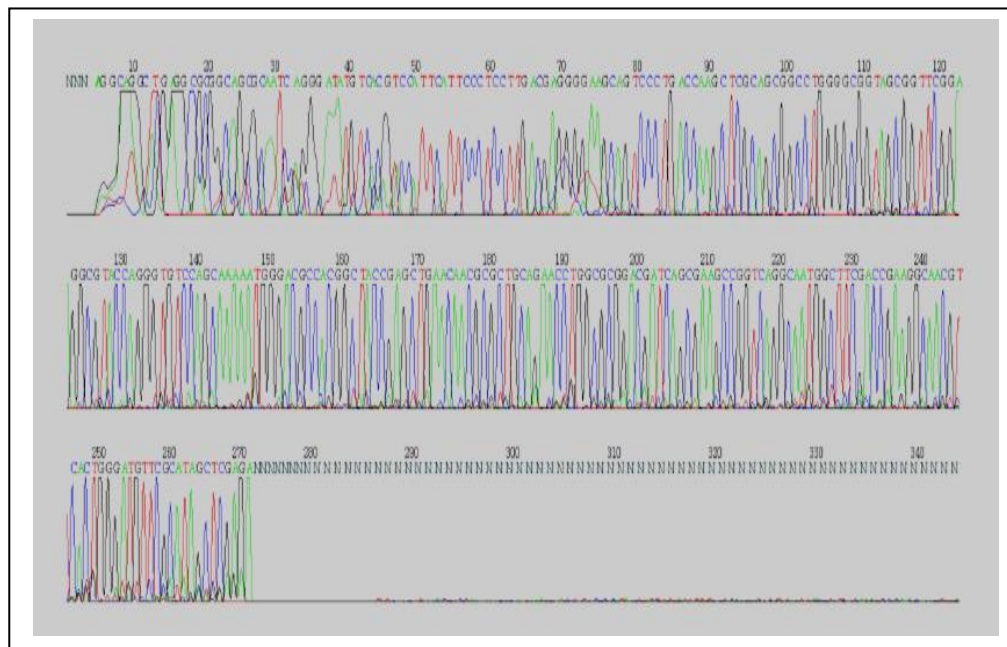
Sekuensing produk PCR dari ESAT-6 dilakukan satu arah. Pencarian tingkat homologi ESAT-6 dilakukan menggunakan BLAST yang diakses dari NCBI. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat homologi ESAT-6 dari *M.*

tuberculosis dari beberapa daerah yaitu 95-100% (tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat keragaman genetik dari gen ESAT-6 *M.tuberculosis*, sehingga dapat dijadikan antigen dalam pencarian vaksin tuberkulosis.

Tabel 1. Hasil analisis kemiripan ESAT-6 dengan H37Rv

ISOLAT	DAERAH	KEMIRIPAN (H37Rv)
Jk1, Jk2, Jk 3, Jk4	Jakarta	95-100%
Sm1, Sm2, Sm3, Sm4	Semarang	96-100%
Sb1, Sb2, Sb3, Sb4	Surabaya	97-98%
Jg1, Jg2, Jg3, Jg4	Jogyakarta	97-98%
Mk1, Mk2, Mk3, Mk4, Mk5, Mk6, Mk7	Makassar	95-100%
Bg1, Bg2, Bg3, Bg4, Bg5	Bandung	95-100%

Hasil sekuensing produk PCR dari ESAT-6 yang berasal dari Makassar dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil sekuensing produk PCR dari ESAT-6 asal Makassar

```

> gi|90811461|gb|DQ451159.1 Mycobacterium tuberculosis isolate 8 Esat6 gene, complete cds
Length=288

Score = 458 bits (231), Expect = 5e-126
Identities = 241/243 (99%), Gaps = 1/243 (0%)
Strand=Plus/Plus

Query 21  AGCGCAATC-AGGGATATGTCACGTCCATTCACTCCCTTGACGAGGGGAAGCAGTCC 79
          |||||
Sbjct 46  AGCGCAATCCAGGGAAATGTCACGTCCATTCACTCCCTTGACGAGGGGAAGCAGTCC 105

Query 80  CTGACCAAGCTCGCAGCGGCTGGGGCGGTAGCGGTTTCGAGGCGTACCAGGGTGTCCAG 139
          |||||
Sbjct 106 CTGACCAAGCTCGCAGCGGCTGGGGCGGTAGCGGTTTCGAGGCGTACCAGGGTGTCCAG 165

Query 140 CAAAAATGGGACGCCACGGCTACCGAGCTGAACAACGCGCTGCAGAACCTGGCGCGGACG 199
          |||||
Sbjct 166 CAAAAATGGGACGCCACGGCTACCGAGCTGAACAACGCGCTGCAGAACCTGGCGCGGACG 225

Query 200 ATCAGCGAAGCCGGTCAGGCAATGGCTTCGACCGAAGGCAACGTCACCTGGGATGTTTCGCA 259
          |||||
Sbjct 226 ATCAGCGAAGCCGGTCAGGCAATGGCTTCGACCGAAGGCAACGTCACCTGGGATGTTTCGCA 285

Query 260 TAG 262
          |||
Sbjct 286 TAG 288

```

Gambar 6. Hasil analisa BLAST

4. KESIMPULAN

Gen pengkode ESAT-6 *Mycobacterium tuberculosis* dari beberapa daerah telah berhasil disekuensing dan menunjukkan tingkat homologi yang tinggi yaitu 95-100%. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat keragaman genetik dari gen ESAT-6, sehingga gen ini dapat digunakan sebagai antigen vaksin tuberkulosis.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada ibu Debbie Soefie Retnoningrum PhD yang banyak memberikan saran dan bantuan selama penelitian di Laboratorium Biokatalis Sekolah Farmasi Institut Teknologi Bandung.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brosch, R., S.V. Gordon, T. Garnier, K. Eiglmeier, W. Frigui, P. Valenti, S. Dos Santos, S. Duthoy, C. Lacroix, C. Garcia-Pelayo, J.K. Inwald, P. Golby, J.N. Garcia, R.G. Hewinson, M.A. Behr, M.A. Quail, C. Churcher, B.G. Barrell, J. Parkhill, and S.T. Cole, 2005. Genome plasticity of BCG and impact on vaccine efficacy. Jacobs, D.N, WR Jr (eds). *Tuberculosis the Tubercle Bacillus*. ASM Press, DC USA: 71-83
- [2] Dargatzis, S.J. Kowell, J. Mattow, D. Bumann, R. Winter, R. Hurwitz and S.H. Kaufmann, 2003. The RD1 proteins of *Mycobacterium tuberculosis*; expression in *Mycobacterium smegmatis* and biochemical characterization microbes *Infect Immun* 5; 1082-1095

- [3] Geluk, A., K.E. van Meijgaarden, K.L. Franken, B. wieles, S.M. arend, W.R. Faber, B. Naafs, T.H. Ottenhoff, 1997, Immunological crossreactivity of the *Mycobacterium leprae* CFP-10 with its homologue in *Mycobacterium tuberculosis*, lize the Coiled-Coil Conformation, *Biochemistry*, 30, 8107-8113
- [4] Kwenang A., Rosana Agus, Sri A. Lestari and Debbie S.Retnoningrum, Identification and Characterization of New Antigen of *Mycobacterium tuberculosis* which is reactive to active tuberculosis in Makassar. *Poster presentation : Abstract book 9th PERMI and 3rd ACLAB*, Bali, 25-26 August 2005, p.12
- [5] Mustafa, A.S, P.J Cockle, F. Shaban, R.G. Hewinson, H.M Vordermeier, 2002, Immunogenicity of *Mycobacterium tuberculosis* RD1 region gene products in infected cattle, *Clin. Exp Immunol*, Oct, 130 (1) : 37 – 42
- [6] Profil Kesehatan Indonesia 2009, Kementerian Kesehatan RI
- [7] WHO. *WHO Report 2013-Global Tuberculosis Control*. www.who.int/tb/data. diunduh tanggal 31 Oktober 2013

ALGAE *Eucheuma cottonii* DAN KEONG EMAS *Pomacea canaliculata* L. DALAM PAKAN AYAM PETELUR UNTUK MENINGKATKAN OMEGA 3 TELUR

Yunita Fardhani¹⁾, Eddy Soekandarsi²⁾, Zohra Hasyim²⁾, Eddyman W. Ferial²⁾

1) Mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

Email : yunita.fardhani@yahoo.com

2) Dosen Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

Abstrak

Omega 3 merupakan asam lemak esensial yang diperlukan untuk kesehatan tubuh. Salah satu sumber *Omega 3* adalah telur ayam. Penambahan tepung algae *Eucheuma cottonii* dan keong emas *Pomacea canaliculata* sebagai pakan tambahan diharapkan dapat meningkatkan kandungan *Omega 3* pada telur ayam ras dalam 0,25 gr kuning telur. Penelitian dilakukan dengan memberikan 4 perlakuan pakan terhadap ayam petelur selama 4 minggu dengan perlakuan sebagai berikut : Kontrol (pakan standar), P1 (80 % pakan basal + 5 % keong emas *Pomacea canaliculata* + 15 % algae *Eucheuma cottonii*), P2 (80 % pakan basal + 10 % keong emas *Pomacea canaliculata* + 10 % algae *Eucheuma cottonii*), P3 (80 % pakan basal + 5 % keong emas *Pomacea canaliculata* + 15 % algae *Eucheuma cottonii*). Tepung keong emas *Pomacea canaliculata* dan algae *Eucheuma cottonii* diperoleh dengan cara dikeringkan dan digiling halus. Kemudian telur yang diperoleh dari tiap perlakuan dianalisis kandungan *Omega 3*-nya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam tabel dan Histogram. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan P2 menghasilkan *omega 3* tertinggi dengan nilai sebesar 16,496 mg/L.

Kata kunci: pakan, algae, keong emas, telur ayam, *Omega 3*.

Keragaman Permudaan Alam dan Potensi Simpanan Karbon Tegakan *Pinus merkusii* pada Zona Dataran Tinggi

Samuel A. Paembonan^{*1)}, Syamsuddin Millang¹⁾, dan Budirman Bachtiar¹⁾

¹⁾. Lab. Silvikultur, Fakultas Kehutanan Univ. Hasanuddin, Makassar, PO Box 90245

*, Email: samuelpaembonan@yahoo.co.id

Abstrak

Tegakan Pinus merkusii Jungh et de Vriese memiliki keanekaragaman permudaan alam di bawahnya baik dari jenis lain yang menginvasi tegakan tersebut maupun jenis *Pinus merkusii* sendiri. Tujuan penelitian untuk mengetahui keragaman jenis permudaan alam dan potensi simpanan karbon pada berbagai kelas umur tegakan *Pinus merkusii*. Penentuan plot sampel dilakukan secara purposive sesuai umur tegakan dengan ukuran plot 50 m x 20 m untuk tingkat pohon, 10 m x 10 m untuk tingkat tiang, 5 m x 5 m untuk tingkat pancang dan 2 m x 2 m untuk tingkat semai. Sedangkan untuk variabel simpanan karbon dilakukan dengan mengukur tinggi dan diameter pohon dalam plot 50 m x 20 m, dan tumbuhan bawah, nekromassa dan serasah dalam subplot berukuran 1 m x 1 m. Analisis komposisi jenis permudaan menggunakan Indeks Nilai Penting (INP) dan untuk simpanan karbon tegakan dilakukan dengan persamaan allometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa permudaan alam di bawah tegakan *Pinus merkusii* bervariasi sesuai umur tegakan pinus. Selain beberapa jenis lain yang menginvasi tegakan dari luar juga disebabkan oleh tingkat keterbukaan tegakan karena pengaruh perubahan jarak tanaman. Total simpanan karbon pada Tegakan *Pinus merkusii* meningkat sesuai dengan umur tegakan yaitu umur 25 tahun sebesar 166,67 ton ha⁻¹, umur 35 tahun 374,47 ton ha⁻¹, dan umur 40 tahun sebesar 379,30 ton ha⁻¹.

Kata Kunci: Tegakan *Pinus merkusii*, Permudaan alam, simpanan karbon, Variasi Umur

1. PENDAHULUAN

Pembangunan dan pengembangan hutan rakyat merupakan salah satu sasaran dari program revitalisasi kehutanan untuk memenuhi kebutuhan kayu selain dari hutan alam dan hutan tanaman industri. Hutan rakyat yang dikembangkan secara swadaya oleh masyarakat telah lama berkembang dan memberikan manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat. Beberapa contoh misalnya hutan rakyat damar mata kucing (*Shorea javanica*) di Krui (Lampung Barat), pengembangan pola agroforestri dengan tanaman kayu bambang lanang (*Maduca asphera* H.J.Lam) di Ulu Musi, Lahat, serta hutan rakyat tongkonan di Kabupaten Tana Toraja.

Hutan rakyat dalam bentuk agroforestri tradisional sudah memainkan peranan penting dalam perbaikan produktivitas dan keberlanjutan sistem pertanian tradisional maupun yang berorientasi pasar. Hutan rakyat digunakan oleh masyarakat yang secara langsung dapat dirasakan yaitu untuk sumber kayu perkakas, kayu bakar, menghasilkan pangan, dan pakan ternak. Manfaat secara tidak langsung yaitu terpeliharanya fungsi hidrologi, klimatologi, estetika dan fungsi lainnya yaitu peningkatan carbon sequestration dalam rangka mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (Paembonan, 2014).

Hutan rakyat yang tumbuh di tegalan atau pekarangan memiliki fungsi-fungsi hidroorologis, konservasi genetik, perbaikan iklim mikro, fungsi sosial, fungsi produksi dan fungsi estetika. Keberadaan hutan rakyat secara signifikan mampu membantu memenuhi ragam kebutuhan pemiliknya, baik untuk tambahan pendapatan, sumber pangan, sumber pakan ternak dan untuk sumber bahan bangunan dan mobilair. Melihat banyaknya manfaat yang diperoleh dari hutan rakyat, maka sudah saatnya pengelolaan hutan rakyat mendapat perhatian yang lebih besar agar diperoleh hasil yang lebih optimal.

Semakin berkurangnya kemampuan hutan alam untuk memenuhi kebutuhan kayu, maka pembangunan hutan tanaman menjadi ujung tombak substitusi kayu dari hutan alam. Salah satu jenis yang diprioritaskan untuk hutan tanaman dan hutan rakyat di Toraja adalah tusam atau pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) (Paembonan, 2014).

Hutan pinus menyebar di dalam hutan negara dan pada hutan rakyat di Kabupaten Tana Toraja/Toraja Utara. Kabupaten Tana Toraja memiliki potensi hutan rakyat seluas 56.417,90 Ha yang terdiri atas Hutan Bambu Murni seluas 3.470,90 ha, Hutan Bambu Campuran seluas 6.678,65 ha, Hutan Pinus Murni seluas 7.909,25 ha dan Kebun Campuran seluas 38.359,00 ha (Dinas Kehutanan dan Perkebunan, 2010). Tegakan pinus di Nanggala yang tumbuh pada ketinggian 1.057 m dpl ditanam pada waktu yang berbeda, sehingga perlu diketahui potensi permudaan pada setiap kelas umur yang berbeda. Hutan pinus yang tumbuh cukup lama, selain memiliki permudaan alam dari jenis pinus sendiri, juga diinvasi oleh jenis lain melalui permudaan alam. Dalam rangka mitigasi dan adaptasi perubahan iklim maka kandungan karbon tegakan pinus juga perlu diketahui sehubungan dengan adanya karbon trade pada masa yang akan datang. Tujuan penelitian untuk mengetahui keragaman jenis permudaan alam dan potensi simpanan karbon pada berbagai kelas umur tegakan Pinus merkusii.

2. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan yaitu bulan Mei sampai Agustus 2015 di Kecamatan Nanggala, Kabupaten Toraja Utara Provinsi Sulawesi Selatan.

B. Metode Pengumpulan Data

1. Penentuan Sampel Plot.

- a. Penentuan plot sampel di lapangan dilakukan secara purposif pada tegakan *Pinus merkusii* dengan 3 (tiga) kelas umur yaitu 25, 35 dan 40 tahun.
- b. Setiap kelas umur tegakan diwakili oleh masing-masing lima plot sehingga jumlah total plot untuk tiga kelas umur adalah 15 plot (ukuran plot 50 m x 20 m).

2. Teknik Pengumpulan Data

2.1. Permudaan Alam

Permudaan alam di bawah tegakan pinus diklasifikasikan berdasarkan tingkat pertumbuhan pohon, yaitu: semai (tinggi <1,5 m), pancang (tinggi

>1,5 m sampai diameter <10 cm), tiang (diameter 10-19 cm) dan pohon dewasa (diameter \geq 20 cm).

2.2. Biomassa

Pengambilan data untuk pendugaan potensi biomassa dan simpanan karbon di atas permukaan tanah terdiri atas data pohon, tumbuhan bawah, nekromassa dan serasah. Pengambilan data pohon dilakukan untuk pendugaan biomassa dengan cara *non-destructive sampling*, dan untuk tumbuhan bawah dan serasah dengan cara *destructive sampling*.

a. Data Pohon

Untuk menduga biomassa pohon, maka di ukur diameter pohon dan tinggi total pohon

b. Data Tumbuhan Bawah

Pengambilan sampel tumbuhan bawah dilakukan dengan cara:

1. Biomassa tumbuhan bawah diukur pada plot sampel dengan cara menempatkan kuadran bambu/kayu ukuran 1m \times 1 m sebanyak 3 plot dalam plot besar yang mewakili tumbuhan rapat, sedang, dan jarang .
2. Semua bagian tumbuhan bawah (diameter < 3cm, herba dan rumput-rumputan) yang terdapat dalam kuadran dipotong.
3. Berat basah sampel tumbuhan bawah ditimbang dengan menggunakan timbangan digital.
4. Sub contoh diambil sebanyak 100 gram. Apabila biomassa tumbuhan bawah kurang dari 100 g, maka semuanya di timbang dan dijadikan sub contoh.
5. Sub contoh di bawah ke laboratorium kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada kisaran suhu 80°C hingga mencapai berat konstan selama 2 x 24 jam.
6. Beratkering sampel tumbuhan bawah ditimbang dan dicatat dalam tally sheet.

c. Data Nekromassa dan Serasah

1. Semua nekromassa di dalam kuadran diambil, dan ditimbang berat basahnya.
2. Subcontoh nekromassa serasah diambil 100 g. Apabila nekromassa contoh kurang dari 100 g, maka ditimbang semua dan dijadikan sebagai sub contoh.
3. Sub contoh nekromassa dikeringkan dalam oven pada suhu 80⁰ C selama 48 jam atau sampai mencapai berat kering konstan.

C. Analisis Data

1. Analisis Permudaan Alam

Indeks Nilai Penting (INP) adalah parameter kuantitatif yang dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan (Kusmana, 1997):

$$INP = KR + FR + DR$$

Kerapatan	$= \frac{\text{Jumlah Individu}}{\text{Luas Plot}}$
Kerapatan relatif (KR)	$= \frac{\text{Kerapatan Suatu Jenis}}{\text{Kerapatan Seluruh Jenis}} \times 100 \%$
Dominansi	$= \frac{\text{Luas Bidang Dasar Suatu Jenis}}{\text{Luas Plot}}$
Dominansi relatif (DR)	$= \frac{\text{Dominansi Suatu Jenis}}{\text{Dominansi Seluruh Jenis}} \times 100 \%$
Frekuensi	$= \frac{\text{Jumlah Plot ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah Seluruh Plot}}$
Frekuensi relatif (FR)	$= \frac{\text{Frekuensi Suatu Jenis}}{\text{Frekuensi Seluruh Jenis}} \times 100 \%$

2. Perhitungan Biomassa Pohon

Untuk menduga biomassa pohon digunakan persamaan allometrik biomassa jenis-jenis tropika Indonesia (Kettering *et al.* 2001), dengan persamaan:

$$W = 0.11 q D^{2.62} \text{ (Untuk jenis pohon)}$$

Keterangan :

q = Kerapatan kayu (Mg m^{-3} , kg dm^{-3} , g cm^{-3})

D = Diameter pohon setinggi dada (cm)

W = Biomasa (ton/ha)

Untuk jenis-jenis kopi dan kakao digunakan persamaan Hairiah dan Rahayu (2007), sebagai berikut:

$$W = 0.281 D^{2.06} \text{ (untuk kopi dan kakao)}$$

$$W = 0.030 D^{2.13} \text{ (untuk jenis pisang)}$$

$$W = 0.131 D^{2.28} \text{ (untuk jenis bambu)}$$

Untuk menduga biomassa pada pohon jenis palm digunakan persamaan Brown *et al.* (2001) dalam Hairiah & Rahayu (2007) sebagai berikut:

$$W = BA \cdot H \cdot q \text{ (Untuk jenis Palm)}$$

Keterangan:

H = Panjang atau tinggi nekromasa, atau tinggi pohon (m)

BA = Basal area (cm^2)

Untuk menduga biomassa pada tumbuhan bawah dan serasah digunakan persamaan

(Hairiah & Rahayu 2007) sebagai berikut:

$$W = (\text{BK sample} / \text{BB sample}) \times \text{Total BB}$$

3. Analisis kandungan Karbon (C)

Nilai kandungan C diduga dari biomassa pohon dengan factor konversi (Cacho *et al.* 2002; Murdiyarso *dkk* 2004) sebagai berikut :

$$C = 0.5 W$$

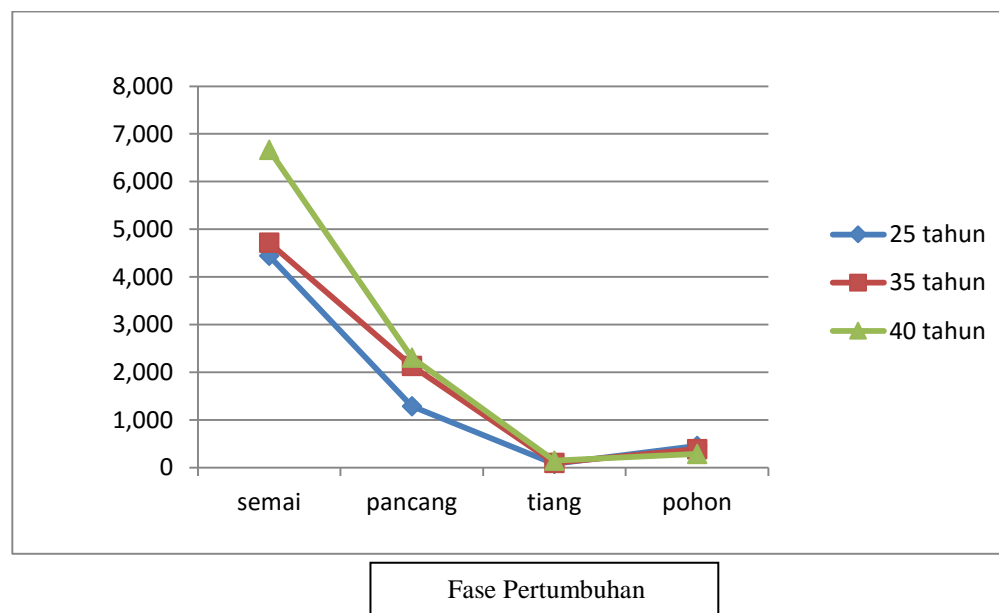
Untuk perhitungan karbon tumbuhan bawah dan serasah, diperoleh dengan mengalihkan faktor konversi 0,46 (Hairiah & Rahayu 2007; Krisnawati dkk, 2012):

$$C = 0.46 W$$

3.HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Permudaan Alam

Permudaan alam di bawah tegakan *P. merkusii* pada tiga umur yang berbeda yaitu umur 25 tahun, 35 tahun dan 40 tahun dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Histogram Permudaan berdasarkan kerapatan per hektar semua jenis penyusun tegakan pada kelas umur 25, 35 dan 40 tahun.

Pada Gambar 1 nampak bahwa jumlah semai dan pancang di bawah tegakan berumur 40 tahun lebih banyak bila dibandingkan dengan tegakan berumur 35 dan 25 tahun. Namun setelah mencapai tingkat tiang dan pohon untuk ketiga umur yang berbeda memiliki kecenderungan yang sama. Jumlah tingkat tiang yang paling sedikit karena sebagian ditebang oleh masyarakat untuk kayu bakar dan setelah itu pada tingkat pohon mengalami kenaikan, karena selain jenis pinus sebagian jenis lain sudah tumbuh besar menjadi pohon.

Indeks Nilai Penting (INP) untuk masing-masing jenis penyusun permudaan alam di bawah tegakan pinus dapat dilihat pada Tabel 1,2, dan 3.

Tabel 1 Rekapitulasi Indeks Nilai Penting Permudaan Jenis Tumbuhan di Bawah Tegakan *P. merkusii* pada umur 25 tahun

No	Jenis	Ind	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP
1.	<i>Arthropylum sp.</i>	7	19,4	19,44	0,78	24,14	15,52	10,85	54,43
2.	<i>Flacourtia rucam</i>	12	33,3	33,33	0,89	27,59	46,71	32,64	93,56
3.	<i>Ficus sp.</i>	6	16,7	16,67	0,56	17,24	51,00	35,64	69,55
4.	<i>Neolitcea cassiaefolia</i>	6	16,7	16,67	0,56	17,24	1,55	1,09	34,99
5.	<i>Syzigium sp.</i>	5	13,9	13,89	0,44	13,79	28,30	19,78	47,46
Jumlah		36	100	100	3,22	100	143,08	100	300

Tabel 2. Rekapitulasi Indeks Nilai Penting Permudaan Jenis Tumbuhan di Bawah Tegakan *P. merkusii* pada umur 35 tahun

No.	Jenis	Ind	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP
1.	<i>Arthropylum sp.</i>	8	22,22	14,04	0,67	18,75	22,17	10,61	43,40
2.	<i>Cinnamomum sp.</i>	6	16,67	10,53	0,56	15,63	44,69	21,40	47,55
3.	<i>Ficus sp.</i>	5	13,89	8,77	0,33	9,38	50,01	23,94	42,09
4.	<i>Flacourtia rucam</i>	7	19,44	12,28	0,44	12,50	35,06	16,78	41,57
5.	<i>Litcea sp.</i>	3	8,33	5,26	0,22	6,25	13,29	6,37	17,88
6.	<i>Neolitcea sericea</i>	1	2,78	1,75	0,11	3,13	1,38	0,66	5,54
7.	<i>Neolitcea cassiaefolia</i>	8	22,22	14,04	0,44	12,50	7,49	3,58	30,12
8.	<i>Pinus merkusii</i>	17	47,22	29,82	0,56	15,63	11,17	5,35	50,80
9.	<i>Syzygium sp.</i>	2	5,56	3,51	0,22	6,25	23,60	11,30	21,06
Jumlah		57	158,33	100	3,56	100	208,86	100	300

Tabel 3. Rekapitulasi Indeks Nilai Penting Permudaan Jenis Tumbuhan di Bawah Tegakan *P. merkusii* pada umur tegakan 40 tahun

No	Jenis	Ind	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP
1.	<i>Alstonia sp.</i>	1	2,8	1,54	0,11	2,56	22,56	5,68	9,78
2.	<i>Arthropylum sp.</i>	5	13,9	7,69	0,33	7,69	22,50	5,66	21,05
3.	<i>Cinnamomum sp.</i>	8	22,2	12,31	0,44	10,26	37,21	9,36	31,93
4.	<i>Coffea sp.</i>	16	44,4	24,62	0,89	20,51	15,46	3,89	49,02
5.	<i>Ficus sp.</i>	3	8,3	4,62	0,22	5,13	35,92	9,04	18,78
6.	<i>Litcea sp.</i>	1	2,8	1,54	0,11	2,56	8,28	2,08	6,19
7.	<i>Mangifera indica</i>	2	5,6	3,08	0,22	5,13	54,98	13,83	22,04
8.	<i>Neolitcea sericea</i>	3	8,3	4,62	0,22	5,13	13,40	3,37	13,12
9.	<i>Neolitcea cassiaefolia</i>	4	11,1	6,15	0,22	5,13	1,80	0,45	11,74
10.	<i>Toona sureni Merr</i>	5	13,9	7,69	0,44	10,26	92,65	23,31	41,26
11.	<i>Syzygium aromaticum</i>	15	41,7	23,08	0,89	20,51	66,41	16,71	60,30
12.	<i>Syzygium sp.</i>	2	5,6	3,08	0,22	5,13	26,27	6,61	14,81
JUMLAH		65	180,6	100	4,33	100	393,45	100	300

Pada Tabel 1, 2 dan 3 terlihat adanya perubahan INP untuk masing-masing jenis permudaan alam sesuai dengan umur tegakan. Semakin tua umur tegakan semakin banyak jumlah jenis permudaan alam, yaitu pada umur tegakan 25 tahun (5 jenis), umur 35 tahun 9 jenis dan umur 40 tahun 12 jenis. Hal ini disebabkan oleh perubahan kerapatan pohon sehingga lantai hutan semakin terbuka dan kemudian banyak diinvasi oleh jenis tumbuhan lain khususnya dari jenis intoleran, termasuk dari anakan jenis *Pinus merkusii* sendiri. Tingkat INP juga mengalami perubahan sesuai dengan jumlah jenis dan tingkat kerapatan masing-masing jenis permudaan alam.

Pada kelas umur 25 tahun tegakan pinus yang sangat rapat sulit ditembus cahaya sehingga anakan alam di bawahnya banyak yang mati. Sedangkan pada umur 35 tahun sebagai dampak dari tajuk yang terbuka menyebabkan permudaan *P. merkusii* berkembang secara baik, namun ketahanan serta kemampuan tumbuh dari permudaan jenis lain khususnya jenis intoleran dapat menyusul menjadi pesaing (Simongkir, 2003).

Jenis yang mempunyai Indeks Nilai Penting tertinggi berpeluang lebih besar untuk dapat mempertahankan pertumbuhan dan kelestarian jenisnya. Sidiyasa (2006) mengemukakan bahwa jenis yang dominan adalah jenis yang dapat memanfaatkan lingkungan yang ditempati secara efisien dibanding jenis lain dalam tempat yang sama. Jenis yang mempunyai INP lebih tinggi akan lebih stabil dilihat dari sisi ketahanan jenis dan pertumbuhannya.

B. Simpanan Karbon Tegakan

1. Simpanan Karbon Tegakan *Pinus merkusii*

Simpanan karbon suatu jenis tegakan dipengaruhi oleh distribusi diameter tegakan tersebut. Hasil Penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kandungan karbon tegakan *P. merkusii* berbeda sesuai dengan umur tegakan. Semakin tua tegakan semakin besar diameter dan semakin banyak biomassa dan karbon yang dikandungnya.

Nilai simpanan karbon tegakan *P. merkusii* pada penelitian ini lebih kecil di bandingkan dengan Brown (2002) sebesar 634,28 ton/ha.

Tabel 4: Nilai Biomassa (W) dan Simpanan Karbon (C) pada Tegakan *Pinus merkusii*

Umur Tegakan (tahun)	Jumlah rata-rata pohon/plot	Diameter rata-rata / pohon(cm)	W rata-rata (ton/pohon)	Jumlah rata-rata W (ton/plot)	C rata-rata (ton/plot)	C rata-rata (ton/ha)
40	23	51,99	3,44	75,00	37,50	375,01
35	54	39,90	1,37	74,27	37,14	371,37
25	63	29,63	0,52	32,70	16,35	163,49

2. Nilai Simpanan Karbon Total di atas Permukaan Tanah.

Hasil pengukuran terhadap biomassa pohon, nekromassa, tumbuhan bawah dan serasah didapatkan nilai karbon total di atas permukaan tanah. Nilai simpanan karbon total dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 : Nilai Simpanan Karbon (C) Total di atas permukaan tanah

Umur Tegakan (tahun)	Jumlah rata-rata Pohon/plot	Diameter rata-rata /pohon(cm)	C rata-rata (ton/ha)			Total ton/ha
			Pohon	Tumbuhan Bawah	Serasah	
40	23	51,99	375,02	0,35	3,93	379,30
Presentase (%)			98,87	0,09	1,04	100,00
35	54	39,90	371,37	0,22	2,79	374,37
Presentase (%)			99,20	0,06	0,74	100,00
25	63	29,63	163,75	0,34	2,59	166,67
Presentase (%)			98,25	0,20	1,55	100,00
Presentase Rata-Rata Total			98,77	0,12	1,11	100,00

Simpanan karbon pada masing-masing umur tegakan berbeda, tetapi ada kecenderungan bahwa kandungan karbon semakin meningkat sesuai dengan peningkatan umur tegakan. Pada Tabel 5 di atas terlihat bahwa kandungan karbon pada umur tegakan 40 tahun (379,30 ton/ha) lebih tinggi dibandingkan dengan umur 35 tahun (374,37 ton/ha) dan 25 tahun (166,67 ton/ha), meskipun tidak diikuti oleh tumbuhan bawah. Tingginya kandungan karbon pada tegakan berumur 40 tahun lebih banyak ditentukan oleh diameter pohon yang besar meskipun kerapatan pohon semakin jarang. Seperti dinyatakan oleh Rosyane dan Bambang (2011) bahwa kandungan karbon hutan tanaman berbeda sesuai jenis, kerapatan, dan umur tegakan.

Hasil penelitian Saharjo dan Wardana (2011) di KPH Cianjur Perum Perhutani mendapatkan nilai karbon tumbuhan bawah yang hampir sama sebesar 0.63 ton/ha. Namun hasil penelitian ini lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian Delaney and Roshetko (1999) sebesar 2.4 ton/ha. Serasah pinus merupakan serasah daun jarum yang mempunyai lignin dan ekstraktif tinggi serta bersifat asam sehingga sulit untuk dirombak oleh mikroorganisme (Simorangkir, 2003). Selanjutnya dinyatakan bahwa serasah pinus akan terdekomposisi secara alami dalam waktu 8-9 tahun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan sebagai berikut:

1. Jenis permudaan yang tumbuh di bawah tegakan *P. merkusii* terdiri atas empat belas jenis, yaitu: *Alstonia* sp., *Arthrophyllum* sp., *Cinnamomum* sp., *Coffea* sp., *Ficus* sp., *Flacourtia rucam*, *Litcea* sp., *Mangifera indica*, *Neolitcea sericea*, *Neolitcea cassiaefolia*, *Toona sureni* Merr, *Syzygium aromaticum*, dan *Syzygium* sp, dan anakan *Pinus merkusii* sendiri.
2. Dominansi masing-masing jenis permudaan pada umur tegakan yang berbeda tergantung pada tingkat keterbukaan tajuk tegakan dan sifat toleransi jenis.
3. Ditemukan permudaan alam jenis *Pinus merkusii* sendiri di bawah tajuk tegakannya yang sudah terbuka.

4. Nilai Karbon total di atas permukaan tanah meningkat sesuai umur tegakan, yaitu: umur 25 tahun (166,67 ton/ha), umur 35 tahun (374,47 ton/ha), dan umur 40 tahun (379,30 ton/ha).
5. Proporsi rata-rata kandungan karbon masing-masing untuk tingkat pohon (98,77%), tumbuhan bawah (0,12%), dan serasah (1,55%).

B. Saran

Untuk meningkatkan keragaman jenis dan nilai kandungan karbon pada hutan rakyat pinus maka ada empat jenis yang dapat direkomendasikan yaitu *Alstonia* sp., *Toona sureni* Merr, *Pinus merkusii*, dan *Litsea* sp.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown S (2002) *Measuring and Monitoring Carbon for Land-Use Change and Forestry Projects*. Winrock International. 1621 N Kent St. Arlington, VA 22209.
- [2] Cacho O, Wise R, and MacDicken KG (2002) Carbon Monitoring Cost and their Effect on Incentives to Sequester Carbon through Forestry. *International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring*, Taiwan Forestry Research Institute.
- [3] Delaney M, and Roshetko J (1999) Field Test of Carbon Monitoring Methods for Home Gardens in Indonesia. *Forest Carbon Monitoring Program*. Winrock International Institut.
- [4] Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Tana Toraja (2010) *Data Luas Potensial Hutan Lindung dan Hutan Produksi Terbatas*. Tana Toraja.
- [5] Hairah K dan Rahayu S (2007) *Petunjuk Praktis Pengukuran "Karbon Tersimpan" di Berbagai macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre (South East Asia). Bogor.
- [6] Kettering QM, Coe R, Van Noordwijk M, Ambagau Y, Palm CA (2001) Reducing Uncertainty in the use of Allometric Biomass Equations for Predicting Above-ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forests. *Journal of Forest Ecology and Management*. 146: 199-209.
- [7] Krisnawati H, Adinugroho WC, dan Imanuddin R (2012) *Model-Model untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia*. Kementerian Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitas. Bogor.
- [8] Kusmana C (1997) *Metode Survey Vegetasi*. PT. Penerbit IPB. Bogor.

-
- [9] Murdiyarso D, Rosalina U, Hairiah K, Muslihat L, Suryadiputra INN, Jaya A (2004) Petunjuk lapangan Pendugaan cadangan karbon pada lahan Gambut. *Wetlands International-Indonesia Programme*, Wildlife habitat Canada, Direktorat Jenderal perlindungan hutan dan konservasi alam
- [10] Paembonan SA (2014) Eksistensi Hutan Rakyat Tongkonan di Kabupaten Tana Toraja dan Peranannya dalam Pengamanan Catchment Area Daerah Aliran Sungai Saddang. *Prosiding Seminar Nasional "Reaktualisasi Pengelolaan Hutan Berbasis Ekosistem Daerah Aliran Sungai"*. p 154-161
- [11] Roesyane A, dan Bambang HS (2011) *Potensi Simpanan Karbon Pada Hutan Tanaman Mangium (Acacia mangium WILLD.) Di KPH Cianjur PERUM PERHUTANI UNIT III Jawa Barat dan Banten*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. Vol. 16 No.3, Desember 2011,. ISSN 0853- 4217.
- [12] Saharjo BH dan Wardhana HFP (2011) *Pendugaan Potensi Simpanan Karbon pada Tegakan Pinus (Pinus merkusii) di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten*. Departement Silvikultur. Fakultas Kehutanan IPB. Jurnal Silvikultur Tropika Vol. 03 No. 01 Hal 96-100. Agustus 2011. ISSN 2086-8227.
- [13] Sidiyasa K (2006) Potensi dan Identifikasi Langkah-langkah Perlindungan Dalam Rangka Pengelolaannya Secara Lestari Hutan Desa Setulang dan Sengayan Malinau, Kalimantan Timur. Bogor, Idonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). ISBN: 979-24-4634-6
- [14] Simorangkir Y (2003) Dampak Kebakaran Hutan Terhadap Permudaan Alam *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese Di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi-Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

POTENSI RAMIN PADA AREAL BEKAS PENEBAANGAN LIAR DI KALIMANTAN BARAT

Bina Swasta Sitepu

Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam
Jl. Soekarno Hatta Km.38 Sungai Merdeka PO BOX 578 Balikpapan 76112
Email: bssitepu@yahoo.com

Abstrak

Ramin (*Gonistylus bancanus* Kurz) merupakan salah satu jenis pohon khas ekosistem hutan rawa gambut yang mengalami tekanan yang berat akibat penebangan liar. Untuk mengetahui potensi tegakan dan regenerasi Ramin di areal bekas penebangan liar di desa Teluk Bakung, Kab. Kubu Raya, Kalimantan Barat, telah dibuat jalur pengamatan individu ramin seluas 2 hektar dan 0,44 ha petak pengamatan vegetasi untuk mengetahui asosiasi ramin dengan jenis tumbuhan lainnya di lokasi pengamatan. Ditemukan Ramin tingkat semai sebanyak 409 individu, pancang 95 individu tiang 5 individu dan pohon 21 individu. Ramin pada lokasi penelitian memiliki nilai asosiasi yang tinggi dengan *Diospyros evena* Bakh. dan *Swintonia acuta* Engl. Potensi tegakan Ramin pada lokasi ini menunjukkan adanya regenerasi yang normal, dan diharapkan tidak terjadi lagi penebangan liar untuk menjaga populasi Ramin tetap bertambah. Perlu dilakukan tindakan perlindungan baik terhadap tegakan Ramin maupun areal hutan gambut yang memiliki tegakan ramin didalamnya.

Kata Kunci: Ramin, Penebangan Liar, Gambut, Kalimantan Barat

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Ramin, (*Gonistylus bancanus*) merupakan salah satu jenis pohon dengan sifat kayu tergolong khas yang mungkin tidak mudah untuk bisa digantikan oleh kayu dari jenis pohon lain. Namun dengan tingginya permintaan ramin, populasinya di alam saat ini semakin langka, CITES memasukkannya dalam status Rentan (Vulnerable) dan Menteri Kehutanan pada bulan April 2001 telah menerbitkan Surat Keputusan (SK) No. 127/Kpts-V/2001 tentang Penghentian Sementara (moratorium) Kegiatan Penebangan dan Perdagangan Ramin (*Gonistylus* spp.).

Ramin hidup pada hutan rawa gambut, baik rawa air tawar dataran rendah (*lowland freshwater swamp forest*) maupun hutan rawa gambut di tepi pantai (*coastal peat swamp forest*), termasuk hutan rawa campuran (*peripheral mixed swamp forest*) dan hutan *Shorea albida* bahkan di hutan kerangas (*heath forest*). Ramin (*Gonistylus bancanus*) adalah jenis yang paling melimpah ditemukan pada hutan rawa campuran dengan kepadatan mencapai 20 pohon per hektar, dengan diameter lebih dari 50 cm. Selain berasosiasi dengan jenis *Shorea albida* dan sering pula ditemukan pada hutan “padang paya” (*pole-size-peat swamp forest*) (Soerianegara and Lemmens, 1994).

Dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti tersebut di atas maka penelitian untuk mendapatkan data dan informasi ilmiah tentang pohon ramin dipandang perlu dan mendesak untuk dilaksanakan sebelum terjadi kepunahan.

Salah satu data dan informasi penting adalah pengetahuan mengenai habitat dan potensi dari Ramin. Diharapkan agar data dan informasi yang akan diperoleh dapat sebagai bahan masukan dalam menentukan kebijakan, termasuk dalam kaitannya dengan aspek perlindungannya

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data dan informasi tentang keragaman habitat dan populasi jenis pohon Ramin di Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Sedangkan sasaran yang ingin dicapai untuk tahun 2014 ini adalah terkumpulnya data habitat (biotik maupun abiotik) dan populasi dari ramin pada daerah sebarannya di Kalimantan Barat dan Tengah.

2. ALAT, BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1 ALAT DAN BAHAN

Bahan penelitian meliputi tegakan alam tempat ramin tumbuh dengan baik (jika mungkin mendominasi tegakan) beserta material fisik yang ada didalamnya, khususnya tanah gambut. Alat yang digunakan adalah alat ukur keliling atau diameter batang pohon, pita meter, GPS, alat pengukur pH tanah, alat pengukur suhu dan kelembaban udara, peralatan pembuatan herbarium dan ATK.

2.2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode inventarisasi di areal yang diketahui menjadi habitat Ramin. Penghitungan populasi ramin pada lokasi pengamatan dilakukan dengan membuat dua buah jalur berpetak sepanjang 500 meter dan lebar 20 meter, sehingga didapat luas keseluruhan 2 ha. Penentuan jalur dilakukan secara acak (*random sampling*) di atas peta kerja. Semua individu Ramin mulai dari semai hingga pohon yang ada di jalur pengamatan dicatat dan diukur diameternya.

Pengamatan dominansi Ramin dan asosiasinya dengan jenis tumbuhan lain di lokasi penelitian dilakukan dengan cara membuat petak ukur berukuran 20 x 20 meter yang diletakkan secara purposive, yaitu areal yang terdapat tegakan Ramin didalamnya serta memiliki kondisi ekosistem yang masih baik. Parameter yang dicatat untuk memperoleh data vegetasi adalah tinggi dan diameter setiap pohon dan pancang, sedangkan untuk semai data yang dicatat adalah jumlah semai bagi setiap jenis. Pengambilan contoh tanah berikut data keasaman gambut (pH) dilakukan pada petak-petak habitat dan diharapkan dapat menggambarkan kondisi tanah yang sesungguhnya.

Untuk aspek habitat yang berkaitan dengan vegetasi, terutama komposisi, kerapatan dan jenis yang dominan, maka data yang diperoleh dari lapangan akan dianalisis dengan menghitung besarnya nilai penting (INP) dari setiap jenis yang terdapat di dalam tegakan. (Mueller-Dombois dan Ellenberg, 1974; Soerianegara dan Indrawan, 1982). Sedangkan untuk semai, INP dihitung berdasarkan penjumlahan antara nilai kerapatan relatif dan frekuensi relatif.

Selain itu, untuk mengetahui tingkat asosiasi antara jenis yang ada di dalam tegakan (dalam hal ini terutama antara ramin tersebut dengan jenis lainnya)

maka digunakan indeks Jaccard (Ludwig dan Reynolds, 1988), dengan formula sebagai berikut:

$$Ji = \frac{a}{a + b + c}$$

dimana:

Ji = Indeks Jaccard

a = Petak ditemukan kedua jenis a dan b (yang dipasangkan)

b = Petak ditemukan jenis a tapi tidak ditemukan jenis b

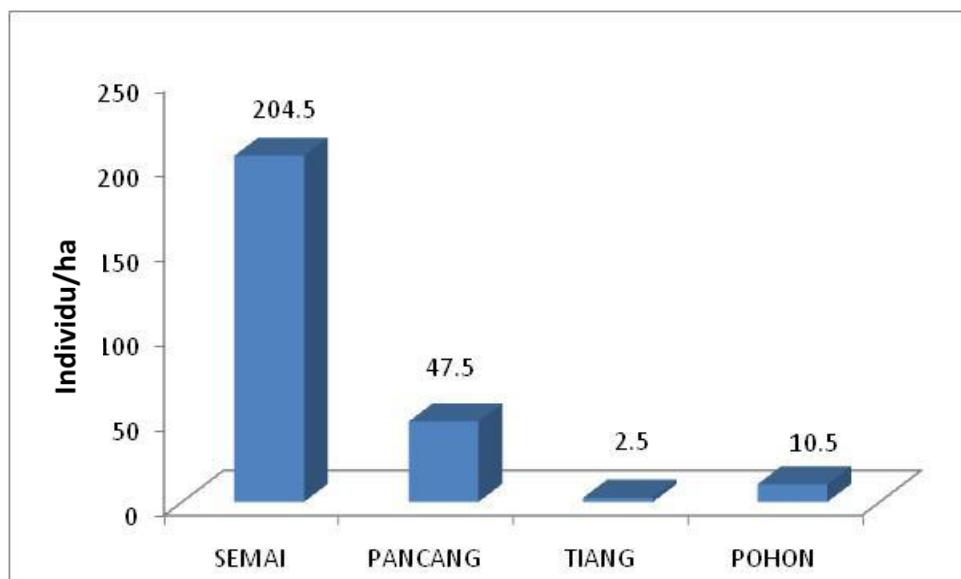
c = Petak ditemukan jenis b tapi tidak ditemukan jenis a

Nilai asosiasi berkisar 0 – 1, semakin mendekati nilai 1 maka tingkat asosiasinya semakin tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada jalur pengamatan ditemukan Ramin sebanyak 530 individu dari tingkatan semai hingga pohon. Semai memiliki jumlah terbanyak (409 Individu) dan tingkat tiang memiliki jumlah individu yang paling sedikit (5 individu). Jumlah individu per hektar dari disetiap tingkatan hidup dapat dilihat di gambar 1.

Daryono (1996) mengemukakan bahwa ramin memiliki potensi regenerasi yang rendah pada kondisi tegakan setelah penebangan. Namun kondisi berbeda ditemukan di Riau dan Kalimantan Barat dimana setelah penebangan justru semai dan pancang ramin meningkat jumlahnya (Machfudh dan Rinaldi, 2006). Pada penelitian ini, regenerasi ramin pada tingkat semai dan pancang masih ditemukan melimpah namun sangat rendah pada tingkat tiang (2,5 individu/ha). Rendahnya populasi ramin pada tingkat tiang diduga diakibatkan kerusakan akibat pemanenan tegakan disekitarnya, baik jenis ramin maupun jenis lainnnya. Kondisi ini ditunjukkan dengan sering ditemukan permudaan ramin dengan kondisi patah pucuk sehingga menghambat pertumbuhannya.



Gambar 1. Kerapatan *Ramin* tingkat semai, pancang, tiang dan pohon di lokasi penelitian

Secara umum, kondisi regenerasi Ramin di lokasi penelitian menunjukkan kondisi yang normal, kecuali pada tingkatan tiang yang lebih kecil jumlahnya dari tingkatan pohon. Heriyanto dan Zuraída (2005) menyebutkan dalam kondisi ideal regenerasi suatu jenis tumbuhan seharusnya tingkatan semai lebih banyak dari pancang, jumlah pancang lebih banyak dari tiang, dan seterusnya. Berdasarkan informasi dari masyarakat sekitar dan pengamatan dilapangan, rendahnya jumlah tiang diduga akibat pemanfaatan individu ramin pada diameter 10-15 oleh penebang liar sebagai alas kuda-kuda untuk mengeluarkan kayu tebangan.

Pada petak pengamatan habitat, Ramin mendominasi pada tingkatan pohon dengan Indeks Nilai Penting tertinggi (57.02%). Sedangkan pada tingkatan lainnya, Ramin tidak mendominasi. Daftar 5 jenis dengan Indeks Nilai Penting tertinggi di lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. 10 jenis dengan nilai INP tertinggi di setiap lokasi penelitian.

No	Jenis	N	K	INP
Pohon				
1	<i>Gonystylus bancanus</i>	24	54.55	57.02%
2	<i>Diospyros evena</i>	14	31.82	29.65%
3	<i>Swintonia acuta</i>	9	20.45	23.00%
4	<i>Palaquium cochleariifolium</i>	8	18.18	18.78%
5	<i>Xylopia</i> sp1	6	13.64	15.17%
Tiang				
1	<i>Acronichia pedunculata</i>	5	11.36	55.70%
2	<i>Diospyros evena</i>	35	79.55	37.85%
3	<i>Tristanopsis</i> sp.	14	31.82	17.71%
4	<i>Syzygium</i> sp.	15	34.09	17.62%
5	<i>Shorea pachyphylla</i>	14	31.82	17.55%
13	<i>Gonystylus bancanus</i>	5	11.36	7.77%
Pancang				
1	<i>Croton</i> sp.1	153	556.36	41.66%
2	<i>Ilex cymosa</i>	28	101.82	22.08%
3	<i>Prunus</i> sp.	6	21.82	21.05%
4	<i>Acronichia pedunculata</i>	71	258.18	20.09%
5	<i>Syzygium</i> sp.	45	163.64	15.40%
11	<i>Gonystylus bancanus</i>	21	76.36	7.59%
Semai				
1	<i>Gonystylus bancanus</i>	151	3,431.82	56.86%
2	<i>Syzygium</i> sp.1	40	909.09	15.48%
3	<i>Syzygium</i> sp.	25	568.18	12.24%
4	<i>Acronichia pedunculata</i>	20	454.55	11.96%
5	<i>Croton</i> sp.1	11	250.00	11.70%

Keterangan: N= Jumlah individu, K=Kerapatan, INP= Indeks Nilai Penting

Dari hasil perhitungan indeks asosiasi antara ramin dengan jenis lainnya di lokasi penelitian maka didapatkan hasil bahwa nilai indeks asosiasi tertinggi adalah antara ramin dengan jenis *Diospyros evena* Bakh. dan *Swintonia acuta* Engl. Daftar nilai asosiasi antara ramin dengan 10 jenis lain yang memiliki nilai indeks tertinggi di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. 10 jenis dengan indeks asosiasi tertinggi dengan Ramin di lokasi penelitian.

No.	Jenis	Indeks Asosiasi
1	<i>Diospyros evena</i>	0.545
2	<i>Swintonia acuta</i>	0.545
3	<i>Palaquium cochleariifolium</i>	0.364
4	<i>Xylopia</i> sp1	0.364
5	<i>Litsea</i> sp1	0.364
6	<i>Goniothalamus</i> sp.	0.273
7	<i>Dactylocladus stenostachys</i>	0.273
8	<i>Calophyllum</i> sp.	0.273
9	<i>Cratoxylum glaucum</i>	0.364
10	<i>Tristaniopsis</i> sp.	0.273

Kondisi di tapak tumbuh ramin adalah lahan rawa gambut dengan kedalaman sedang hingga dalam. Dari hasil pengambilan sampel tanah di petak pengamatan habitat didapatkan hasil bahwa keasaman (pH) tanah gambut di tapak habitat ramin adalah sangat asam dengan nilai antara 2.61 – 2.78. Menurut Bismark et al. (2005), pada hutan rawa yang mempunyai ketebalan gambut lebih dari 500 cm ramin tumbuh baik dengan kerapatan 30 pohon/ha, selanjutnya pada hutan rawa campuran, ramin dengan batang bergaris tengah lebih dari 50 cm mempunyai tingkat kerapatan hingga 20 pohon/ha. Namun keberadaannya tersebut cenderung mengelompok pada tempat-tempat tertentu saja.

Dengan memperhatikan kemampuan regenerasi dan potensi tegakan ramin yang ada, dapat dilakukan beberapa upaya pelestarian ramin di lokasi tempat tumbuhnya (in-situ) maupun diluar tapak tumbuhnya (Eks situ). Diantaranya dengan penunjukan areal tempat tumbuhan ramin sebagai areal lindung, kawasan sumber benih maupun penambahan populasi ramin melalui penanaman anakan ramin pada lokasi yang sesuai dengan karakteristik tempat tumbuhnya.

4. KESIMPULAN

Potensi individu Ramin di areal bekas penebangan liar di Desa Teluk Bakung, Kalimantan Barat masih baik yang ditunjukkan jumlah individu disetiap tingkatan hidup dan asosisasi dengan jenis-jenis tumbuhan lain yang merupakan jenis asli lahan rawa gambut. Upaya konservasi ramin secara langsung di lokasi penelitian dapat dilakukan dengan cara melakukan perlindungan terhadap lahan gambut yang merupakan habitat ramin dan penambahan populasi ramin pada areal-areal yang dianggap kurang potensi tegakan ramin.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bismark, T. Kalima, A.Wibowo, R. Savitri, (2005). Potency, Distribution and Conservation of Ramin in Indonesia. Technical Report. ITTO PRO.89/03 Rev. 1 (F) Ramin. Forest and Nature Research and DevelopmentCenter, Bogor.

- [2] Daryono, H. (1996). Kondisi tegakan tinggal dan permudaan alam hutan rawagambut setelah pembalakan dan teknik propagasinya dalam “Diskusi Hasil Penelitian dalam Menunjang Pemanfaatan Hutan yang Lestari”. 11-12 Maret 1996. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- [3] Heriyanto, N.M. dan Zuraida. (2005). Kajian Beberapa Aspek Ekologi Pohon Kedawung (*Parkia roxburghii* G.Don.) di Taman Nasional Meru Betiri, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol II No.2: 385-397.
- [4] Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons. New York.
- [5] Machfudh dan Rinaldi (2006) Potensi, Pertumbuhan, dan Regenerasi Ramin (*Gonystylus* spp.) di Hutan Alam di Indonesia. Workshop Nasional “Policy Option On The Conservation And Utilization Of Ramin”, 22 Februari 2006. Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor
- [6] Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. New York, London.
- [7] Sorianegara, I dan A Indrawan. (1982). *Ekologi Hutan Indonesia*. Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- [8] Soerianegara, I. & R.H.M.J. Lemmens (eds.). (1993). *Plant Resources of South-East Asia*. Vol. 5 (1). *Timber trees: major commercial timbers*. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.

EFEKTIVITAS STERILISASI DAN PERLAKUAN PADA BENIH TERHADAP PERKECAMBAHAN KAYU KUKU (*Pericopsis mooniana* THW) SECARA *IN VITRO*

Nursyamsi

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar

Jl. Perintis Kemerdekaan Km 16

Makassar, 90243, telp. (0411) 554049, fax. (0411) 554058

E-mail : nursyamsianwar@yahoo.com

Abstrak

Kayu kuku (*Pericopsis mooniana* THW) merupakan salah satu jenis kayu mewah dan mahal harganya. Eksploitasi yang berlebihan dan tidak diikuti dengan pembudidayaannya menyebabkan tanaman kayu kuku termasuk spesies yang *vulnerable* menurut IUCN sehingga perlu segera dikonservasi dan dibudidayakan. Kultur jaringan tanaman adalah salah satu teknologi alternatif yang dapat digunakan untuk mengonservasi dan memperbanyak tanaman kayu kuku. Penelitian bertujuan untuk mengetahui teknik sterilisasi dan perlakuan pada benih yang tepat sehingga dapat mendukung perkecambahan eksplan benih kayu kuku. Pada penelitian ini digunakan konsentrasi klorox 9%, 10%, dan 11% sedangkan perlakuan pada benih ada 3 yaitu benih dikupas seluruh kulitnya, dikupas pada tempat keluarnya hipokotil, dan benih yang tidak dikupas kulitnya. Parameter yang diamati adalah persentase eksplan yang kontaminasi, pencoklatan, dorman dan berkecambah. Dari hasil penelitian diperoleh teknik yang efektif untuk perkecambahan eksplan benih kayu kuku secara *in vitro* adalah benih yang direndam klorox dengan konsentrasi 9 %, lalu benih tersebut dikupas tempat keluarnya hipokotil menghasilkan eksplan yang steril dan berkecambah sebesar 83.33%.

Kata Kunci : *Vulnerable*, kultur jaringan, sterilisasi, eksplan, kayu kuku (*Pericopsis mooniana* THW)

1. PENDAHULUAN

Kayu kuku (*Pericopsis mooniana* THW) termasuk anggota famili Papilionaceae. Kayu kuku mempunyai permukaan yang licin, mengkilap dengan garis-garis dekoratif dan kayunya tergolong kelas awet II dan kelas kuat I. Kekuatan dan keindahan seratnya tersebut merupakan faktor yang menjadikan kayu kuku salah satu jenis kayu mewah dan mahal harganya. Kayu kuku dipakai untuk bahan baku konstruksi, vinir, mebel, dan barang kerajinan (Pandit, 2004).

Kebutuhan kayu kuku selalu meningkat, sebaliknya populasi dan pasokannya semakin menipis sehingga Lembaga International Union for Conservation of Nature (IUCN) menempatkan kayu kuku atau nandu wood sebagai spesies flora yang statusnya rawan punah. Di Sulawesi Tenggara, jenis kayu ini merupakan salah satu flora yang dilindungi. Kelangkaan jenis ini disebabkan eksploitasi yang terus menerus dan tidak diimbangi dengan permudaannya. Upaya budidaya perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitasnya dan mempertahankan keberadaan jenis tersebut.

Perbanyakan kayu kuku dapat dilakukan secara generatif dan vegetatif (konvensional). Perbanyakan kayu kuku secara generatif atau biji, mengalami

kendala karena benihnya bersifat dorman sehingga sulit berkecambah. Dormansi benih terjadi karena kulitnya yang keras dan kedap sehingga menjadi penghalang mekanis terhadap masuknya air dan gas ke dalam benih. Untuk memecahkan dormansi, telah dilakukan penelitian oleh Sandi *et.al.*, (2014). Dari hasil penelitian tersebut, menunjukkan benih yang diskarifikasi dengan cara perendaman benih kayu kuku dalam air panas selama 48 jam menghasilkan nilai kecambah yang masih rendah yaitu 28 %.

Untuk menyediakan bibit kayu kuku dalam jumlah yang banyak, sulit dilakukan secara konvensional. Oleh sebab itu, saat ini telah banyak digunakan perbanyakan tanaman secara *In vitro* (kultur jaringan). Pemanfaatan teknik kultur jaringan selain untuk perbanyakan tanaman, dapat juga digunakan untuk mengonservasi jenis kayu tersebut. Aplikasi teknologi kultur jaringan telah digunakan pada beberapa jenis tanaman kehutanan antara lain perbanyakan jati muna (*Tectona grandis* L), bitti (*Vitex cofassus* Reinw), sengo (*Falcataria moluccana*), gaharu (*Gyrinops vestegii* Domke), (Suhartati dan Nursyamsi, 2007; Nursyamsi, 2009; Herawan dan Ismail, 2009; Nursyamsi dan Suhartati, 2007).

Keberhasilan perbanyakan ataupun konservasi suatu tanaman melalui kultur jaringan ditentukan oleh teknik sterilisasi eksplan yang digunakan. Teknik sterilisasi yang tidak tepat terhadap suatu eksplan, akan menyebabkan terjadinya kontaminasi. Kontaminasi yang terjadi dapat berasal dari bakteri maupun jamur. Pelaksanaan sterilisasi yang kurang efektif juga dapat mengakibatkan browning terutama pada tanaman berkayu. Kandungan fenol yang terdapat pada tanaman berkayu akan teroksidasi, sehingga terjadi browning. Kontaminasi dan browning ini dapat menyebabkan kematian eksplan.

Sterilisasi eksplan bertujuan untuk mengeliminasi pathogen atau cendawan yang mungkin terbawa pada saat pengambilan eksplan sehingga akan menghambat pertumbuhan eksplan, bahkan dapat mematikan eksplan. Bahan desinfektan yang digunakan untuk sterilisasi eksplan seperti alkohol, natrium hipoklorit (NaOCl), kalsium hipoklorit atau kaporit (CaOCl), sublimat (HgCl₂), dan hidrogen peroksida (H₂O₂) (Mariska dan Sukmadjaja, 2003). Konsentrasi dan lamanya perendaman eksplan tergantung jenis tanamannya.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian efektivitas sterilisasi dan perlakuan pada eksplan benih kayu kuku secara *In vitro*. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan teknik sterilisasi yang cocok dan perlakuan benih yang tepat sehingga diperoleh eksplan yang steril dan berkecambah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Penelitian dilakukan mulai bulan Oktober sampai bulan Desember 2015. Bahan utama yang digunakan sebagai eksplan adalah benih kayu kuku yang berasal dari C.A. Lamedai kabupaten Kolaka. Bahan untuk sterilisasi yaitu deterjen, fungisida, alkohol 70%, klorox, tween 20, betadin, dan aquades steril. Media dasar yang digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog), sukrosa, dan agar-agar.

Alat yang digunakan antara lain gelas ukur, pipet, gelas beker, timbangan analitik, pH meter, hot plate, and magnetik stirrer, botol kultur, autoklaf, lampu bunsen, Laminar Air Flow (LAF), alat diseksi (pinset, skalpel), cawan petri, korek api, dan aluminium foil.

Penelitian diawali dengan eksplorasi jenis kayu kuku di Kolaka Propinsi Sulawesi Tenggara. Buah yang sudah masak diunduh dari pohonnya, lalu diekstraksi kering dengan cara dikering anginkan selama 2 hari kemudian biji dikeluarkan dari kulit buah. Biji yang sudah dikeluarkan dari kulit buah diseleksi dan diambil yang sudah masak fisiologis (warnanya orange tua), sehat, dan berukuran besar. Sterilisasi yang dilakukan di luar laminar dengan cara eksplan dibersihkan dengan sabun cair pada air mengalir, lalu direndam dalam fungisida selama 15 menit. Bilas aquades steril 3 kali.

Sterilisasi selanjutnya dilakukan di dalam laminar dengan cara benih disemprot alkohol 70% lalu rendam dalam klorox sesuai perlakuan selama 15 menit. Bilas aquades steril 3 kali. Benih ada yang dikupas kulitnya secara menyeluruh, dikupas hanya pada tempat keluarnya hipokotil (± 5 mm), dan benih yang tidak dikupas. Benih tersebut direndam dalam betadine selama 5 menit, kemudian tiriskan di kertas tisu steril dalam cawan petri. Benih ditanam pada media MS0 dan setiap botol ditanam 2 benih. Setelah 2-3 hari eksplan disubkultur ke media baru, ini dilakukan untuk menghilangkan browning yang dikeluarkan oleh benih ke media.

Pada penelitian ini, ada 3 taraf konsentrasi klorox dan 3 cara perlakuan pada benih. Perlakuan konsentrasi klorox yang digunakan adalah konsentrasi klorox 9 % (T1), 10 % (T2) dan 11% (T3). Penggunaan klorox sebagai desinfektan merujuk pada sterilisasi kayu kuku yang telah dilakukan oleh Abeyaratne *et. al.*, (1990) yang menggunakan klorox 10 %. Perlakuan pada benih yaitu dikupas seluruh kulitnya (B1), dikupas kulitnya pada tempat keluarnya hipokotil (± 5 mm) (B2), dan benih tidak dikupas kulitnya (B3). Parameter yang diamati adalah persentase eksplan yang kontaminasi, pencoklatan, dorman, dan berkecambah. Kontaminasi eksplan dapat berupa bakteri atau jamur yang menempel pada eksplan atau berada di sekitar eksplan (kontaminasi berasal dari eksplan) dan jika kontaminan terdapat pada media di duga kontaminasi berasal dari media. Benih yang dorman adalah benih steril dan tetap utuh (bernas) tetapi tidak mampu berkecambah hingga akhir pengamatan (1 bulan). Persentase eksplan yang kontaminasi, pencoklatan, dorman, dan berkecambah dihitung dengan cara :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah eksplan kontaminasi/pencoklatan/dorman/berkecambah}}{\text{Jumlah eksplan}} \times 100 \%$$

Pengamatan dilakukan secara visual setiap hari selama 1 bulan. Data disajikan secara deskriptif kuantitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan terhadap perkecambahan benih kayu kuku yang telah disterilisasi dengan perlakuan konsentrasi klorox dan perlakuan pada benih, diperoleh data seperti pada Tabel 1. Secara umum penggunaan klorox sebagai desinfektan dapat menekan kontaminasi jika digunakan pada benih tanpa perlakuan. Semakin tinggi konsentrasi klorox, kontaminasi yang terjadi semakin berkurang tetapi dormansi benih semakin banyak.

Tabel 1. Persentase eksplan benih kayu kuku yang kontaminasi, *browning* (pencoklatan), dorman dan steril (berkecambah)

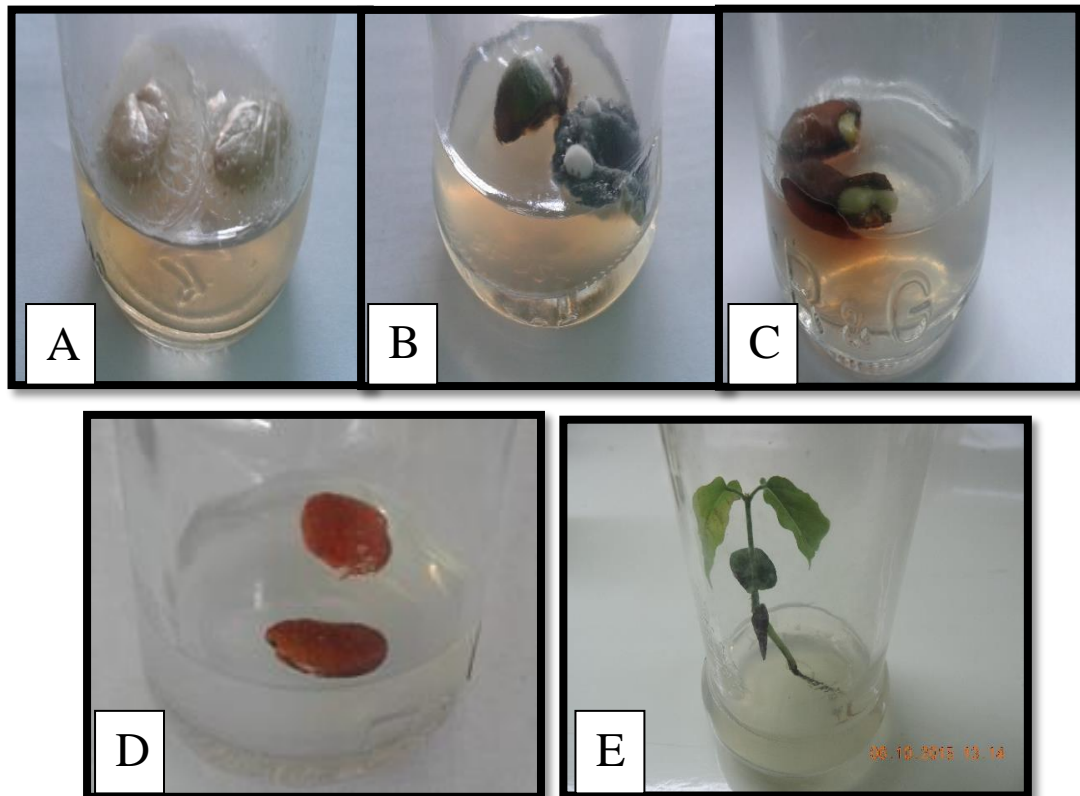
Perlakuan		Kontaminasi (%)	<i>Browning</i> (pencoklatan) (%)	Dorman	Eksplan yang steril (berkecambah) (%)
Konsentrasi klorox (%)	Benih				
T1	B1	91.67	0	0	8.33
	B2	16.67	100	12.5	83.33
	B3	62.5	4.17	33.33	8.33
T2	B1	58.33	8.33	0	33.33
	B2	58.33	100	0	41.67
	B3	41.63	8.33	50	0
T3	B1	62.50	8.33	0	29.17
	B2	45.83	100	0	54.17
	B3	33.33	0	66.67	0

Keterangan :

- T1 = Konsentrasi klorox 9%
- T2 = Konsentrasi klorox 10%
- T3 = Konsentrasi klorox 11%
- B1 = Benih dikupas seluruh kulitnya
- B2 = Benih dikupas kulit tempat keluarnya hipokotil
- B3 = Benih tidak dikupas kulitnya

Perlakuan pada benih memberikan efek yang bagus terhadap perkecambahan benih kayu kuku. Hal ini nampak Tabel 1, teknik sterilisasi dengan cara benih direndam klorox konsentrasi 9% selama 15 menit kemudian dikupas kulitnya pada tempat keluarnya hipokotil menghasilkan persentase eksplan yang steril/berkecambah 83.33%. Perlakuan ini menghasilkan jumlah eksplan steril/berkecambah yang terbanyak dibandingkan perlakuan lainnya. Pengupasan kulit pada tempat keluarnya hipokotil menyebabkan air dan unsur-unsur hara yang terdapat pada media dapat diserap oleh benih sehingga benih cepat berkecambah. Eksplan benih kayu kuku yang steril, mulai berkecambah 6 hari setelah tanam dan menjadi kecambah yang sempurna umur 1 bulan.

Dari pengamatan secara visual nampak kontaminasi yang terjadi pada eksplan benih kayu kuku yang disebabkan oleh bakteri dan jamur. Selain kontaminasi, ditemukan juga *browning* dan benih dorman. Benih yang kontaminasi, *browning*, dorman dan berkecambah disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kontaminasi yang disebabkan bakteri (A), jamur (B), *browning* (C), benih yang dorman (D) dan eksplan yang steril/ berkecambah (E)
Sumber : Koleksi pribadi

Pada perlakuan benih, eksplan kayu kuku yang dikupas seluruh kulitnya cepat terkontaminasi dibandingkan perlakuan benih yang lain. Kontaminasi yang terjadi pada perlakuan benih ini pada umumnya berasal dari bakteri dan hanya beberapa eksplan yang kontaminannya berasal dari jamur. Tanda kontaminasi yang disebabkan oleh bakteri diawali adanya selaput bening yang terdapat di sekitar eksplan dan membayang pada media. Selaput bening ini kemudian berubah menjadi putih kekuningan. Kondisi ini diduga karena kandungan kontaminan terdapat pada bahan eksplan (benih) itu sendiri atau mungkin disebabkan penggunaan alat yang tidak steril. Kontaminasi mulai terjadi dua hari setelah tanam. Adanya kontaminasi yang disebabkan bakteri, dapat menyebabkan munculnya cendawan disekitar benih kayu kuku. Kontaminasi cendawan dapat juga terjadi tanpa didahului oleh kontaminasi bakteri karena cendawan berasal dari media maupun eksplan dari lapangan. Kontaminasi cendawan ditandai dengan adanya benang-benang halus yang berwarna putih atau hijau yang menyebar ke sekeliling dan menutupi permukaan eksplan. Benih kayu kuku yang terkontaminasi oleh bakteri maupun cendawan akan mati.

Browning (pencoklatan) pada media terjadi pada semua benih yang diberi perlakuan dikupas kulit tempat keluarnya hipokotil. Pencoklatan mulai terjadi sehari setelah tanam. Menurut Tabiyeh *et al.* (2006). pencoklatan pada media terjadi karena meningkatnya produksi senyawa fenol yang dikeluarkan oleh jaringan terutama pada tanaman berkayu. Peningkatan produksi senyawa fenol

dipicu dengan adanya pelukaan pada eksplan. Luka pada jaringan tersebut memacu stress dan meningkatkan produksi senyawa fenol sehingga terjadi pencoklatan pada media.

Ada beberapa cara mengatasi *browning* pada media antara lain menghilangkan senyawa fenol (George and Sherrington 1984 dalam Hutami, 2008). Untuk menghilangkan senyawa fenol dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti pemberian arang aktif pada media, memindahkan eksplan pada media baru, dan penggunaan PVP (polivinilpirolidon). Pada percobaan ini telah dilakukan pemindahan eksplan yang *browning* ke media baru dan hal ini ternyata efektif menghilangkan *browning* tersebut. Eksplan benih yang *browning*, jika tidak segera dipindahkan akan menyebabkan kematian. Bakteri dapat muncul setelah benih berkecambah bahkan pada benih yang sudah mengalami *browning* terlebih dahulu.

Benih yang dorman pada umumnya terjadi pada eksplan benih kayu kuku yang tidak dikupas kulitnya. Dormansi terjadi disebabkan kulitnya yang keras dan kedap sehingga menjadi penghalang mekanis terhadap masuknya air dan gas ke dalam benih. Untuk mengatasi dormansi ini maka telah dilakukan perlakuan kulit benih dikupas seluruh kulitnya dan ada pula yang dikupas kulit tempat keluarnya hipokotil. Eksplan benih yang steril dan berkecambah sangat penting dalam pertumbuhan kultur, karena dapat terus diperbanyak pada subkultur selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Teknik yang efektif untuk perkecambahan eksplan benih kayu kuku secara *in vitro* adalah benih yang direndam klorox dengan konsentrasi 9 %, lalu benih tersebut dikupas tempat keluarnya hipokotil menghasilkan eksplan yang steril dan berkecambah sebesar 83.33%. Untuk mempercepat perkecambahan secara *in vitro* sebaiknya eksplan benih yang akan digunakan diberi perlakuan skarifikasi misalnya pengupasan kulit luar pada benih yang keras.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar dan seluruh tim peneliti peningkatan produktivitas hasil hutan. Kami juga mengucapkan terima kasih banyak kepada saudari Hartini yang telah membantu kami selama penelitian berlangsung.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abeyaratna, W.M., D.C. Bandara dan Y.D.A. Senanayake. 1990. *In vitro* Propagation of *Nadun Pericopsis moonianan*. Tropical Agricultural Research. 2: 20-35.
- [2] Herawan, T dan B. Ismail, 2009. Penggunaan kombinasi Auksin dan Sitokinin untuk Menginduksi Tunas pada Kultu jaringan sengon (*Falcataria moluccana*) Menggunakan Bagian Kotiledon. Jurnal Pemuliaan Hutan. 3 (1): 23-31.

-
- [3] Hutami, S.2008. Ulasan masalah pencoklatan pada kultur jaringan. Jurnal *AgroBiogen* 4(2):83-88.
- [4] Mariska, I dan D. Sukmadjaja, 2003. Perbanyakkan jati melalui kultur jaringan. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya genetik. Bogor.
- [5] Nursyamsi dan Suhartati, 2007. Pengaruh Konsentrasi BAP Terhadap Perbanyakkan Tanaman Gaharu (*Gyrinops vestegii* Domke) Secara Kultur Jaringan. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman.4.Suplemen.1 : 199-204.
- [6] Nursyamsi, 2009. Pengaruh Media dan Zat Pengatur Tumbuh pada Pertumbuhan Tanaman Bitti (*Vitex cofassus* Reinw) Melalui Teknik Kultur Jaringan. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [7] Pandit, I.K.N. 2004. Karakteristik Struktur Anatomi Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW). Jurnal Ilmu Kayu dan Teknologi Kayu Tropis. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 3(2) : 5.
- [8] Sandi, A.L.I, Indriyanto dan an Duryat, 2014. Ukuran Benih dan Skarifikasi dengan Air Panas terhadap Perkecambahan Benih Pohon Kuku (*Pericopsis mooniana*), Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Jurnal Sylva Lestari. 2(3) : 83- 92.
- [9] Suhartati dan Nursyamsi, 2007. Pengaruh Komposisi Media WPM dan BAP pada Pertumbuhan Bibit Jati (*Tectona grandis* L) Dengan Perbanyakkan Secara *Invitro*. InfoHutan. IV (4) :379-384.
- [10]Tabiyeh, D.T., F.Bernard, and H. Shacker.2006. Investigation of glutathione, salicylic acid and GA3 effects on browning in *Pistacia vera* shoot tips culture. ISHS Acta Hort.726

Hubungan Bahan Organik Tanah Dengan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Di Sekitar Areal Tambang Nikel

Albert Donatus Mangopang¹, Retno Prayudyaningsih¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 16 Makassar
email: adonmangopang@gmail.com

Abstrak

Bahan organik pada tanah hutan merupakan suatu unsur yang sangat penting bagi tumbuhan. Aktivitas penambangan nikel meninggalkan areal kritis dengan kerusakan fisik tanah yang menyebabkan sulitnya vegetasi untuk tumbuh kembali. Hal ini diduga juga berdampak terhadap keanekaragaman jenis tumbuhan di lahan bekas tambang nikel. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi hubungan antara bahan organik tanah dengan keanekaragaman tumbuhan di sekitar areal tambang nikel. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam usaha merestorasi lahan bekas tambang nikel. Metode yang digunakan adalah analisis tanah, analisis vegetasi dan analisis regresi linear. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bila terjadi peningkatan kandungan bahan organik tanah sebesar 1 %, maka diversitas tumbuhan akan bertambah sebesar 0,205 untuk tingkat semai, 0,217 untuk tingkat pancang, 0,203 untuk tingkat tiang dan 0,202 untuk tingkat pohon. Pengaruh kandungan bahan organik tanah terhadap diversitas tumbuhan adalah 77,1 % untuk tingkat semai, 80,1 % untuk tingkat pancang, 84,8 % untuk tingkat tiang dan 82,6 % untuk tingkat pohon. Dengan demikian ketersediaan bahan organik tanah sangat mempengaruhi keanekaragaman jenis tumbuhan di areal sekitar tambang nikel. Untuk itu aplikasi bahan organik merupakan salah satu upaya yang perlu dilakukan dalam restorasi lahan bekas tambang nikel sehingga akan mempercepat kembalinya keanekaragaman jenis vegetasi alaminya.

Kata kunci: Bahan organik, tambang nikel, keanekaragaman jenis, vegetasi

1. PENDAHULUAN

Kesuburan tanah berpengaruh terhadap tumbuhan yang hidup di atasnya. Kesuburan tanah akan berpengaruh terhadap tipe vegetasi yang terbentuk termasuk komposisi vegetasi^[3]. Bahan organik pada tanah hutan merupakan suatu unsur yang sangat penting bagi tumbuhan. Bahan organik tanah memiliki pengaruh yang sangat penting pada fisik tanah, kimia tanah, aktivitas biologis tanah dan sebagai sumber nutrisi tumbuhan terutama nitrogen untuk perkembangan vegetatifnya^[6]. Bahan organik dapat menstabilkan agregat tanah sehingga mampu melewatkan air hujan ke dalam tanah (infiltrasi) secara kontinuitas yang dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai pelarut dan transportasi unsur hara^[8]. Kandungan bahan organik di dalam tanah bersifat dinamis. Kandungan bahan organik tanah dapat berubah sebagai akibat proses alami seperti suksesi, akumulasi biomassa, konversi spesies penutup lahan dan konversi hutan menjadi lahan yang dikelola manusia^[4]. Aktivitas pertambangan merupakan salah satu gangguan mekanis yang berpengaruh terhadap ketersediaan bahan organik di dalam tanah. Pertambangan sistem terbuka dilakukan dengan menggali

permukaan tanah pada kedalaman tertentu untuk memperoleh bahan mineral yang diinginkan.

Aktivitas penambangan nikel meninggalkan areal kritis dengan kerusakan fisik tanah yang menyebabkan sulitnya vegetasi untuk tumbuh kembali seperti semula. Hal ini berdampak pula terhadap variasi jenis flora yang menyusun suatu komunitas. Komposisi floristik suatu ekosistem merupakan gambaran keanekaragaman (diversitas) tumbuhan yang menyusun ekosistemnya ^[1]. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi hubungan antara bahan organik tanah dengan keanekaragaman tumbuhan di sekitar areal tambang nikel. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam usaha merestorasi lahan bekas tambang nikel.

2. METODE PENELITIAN

a. Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di areal Pertambangan Nikel PT. Stargate Pacific Resources di sekitar wilayah Hutan Lalindu yang termasuk dalam wilayah Dinas Kehutanan Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. Berdasarkan daerah administratif pemerintahan, termasuk dalam wilayah Desa Molore, Desa Langgikima, Desa Lameruru dan desa Tobimeita Kecamatan Langgikima Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Oktober – Desember 2015.

b. Bahan dan alat

Bahan dan peralatan yang digunakan adalah semua jenis vegetasi yang ditemukan, sampel tanah, meteran tali, kompas, GPS (*Global Positioning System*), tali tambang, hand counter, pita meter, meteran, kamera, tally sheet, buku dan alat tulis menulis.

c. Prosedur Penelitian

- Analisis Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada enam areal yang terdiri dari : Hutan alam (HA), Hutan alam pasca kebakaran (HAT), areal pascatambang yang direvegetasi dengan top soil (RTS), areal pascatambang yang direvegetasi tanpa top soil (RTTS), back filing/areal pascatambang yang ditimbun dengan top soil (BFTS) dan back filing/ areal pascatambang yang ditimbun tanpa top soil (BFTTS). Analisis tanah dilakukan di laboratorium tanah Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maros untuk mengetahui kandungan bahan organik tanah.

- Analisis Vegetasi

Analisis vegetasi dilakukan dengan metode jalur ^[2]. Penempatan plot untuk pengumpulan data vegetasi dilakukan secara purposive sampling pada enam jenis areal seperti pengambilan sampel tanah. Panjang transek menyesuaikan dengan kondisi areal pengamatan dengan jarak antar petak ukur sepanjang 50 m. Di dalam setiap plot pengamatan dibuat petak ukur, yaitu 2 m x 2 m untuk tingkat semai, 5 m x 5 m untuk tingkat pancang, 10 m x 10 m untuk tingkat tiang dan 20 x 20 untuk tingkat pohon.

Indeks keanekaragaman (H') dihitung dengan menggunakan rumus :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad (1)$$

H = Indeks diversitas Shannon-Wiener

s = jumlah spesies

p_i = n_i/N

n_i = jumlah individu spesies i dan

N = total individu di seluruh plot.

- Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh kandungan bahan organik terhadap keanekaragaman jenis tumbuhan dilakukan dengan menggunakan analisis regresi linear dengan sistem komputerisasi SPSS Ver. 17.00 [5]. Analisis regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kandungan bahan organik (x) terhadap keanekaragaman jenis tumbuhan (y) dengan persamaan sebagai berikut :

$$y = a + bx \quad (2)$$

y = Keanekaragaman jenis

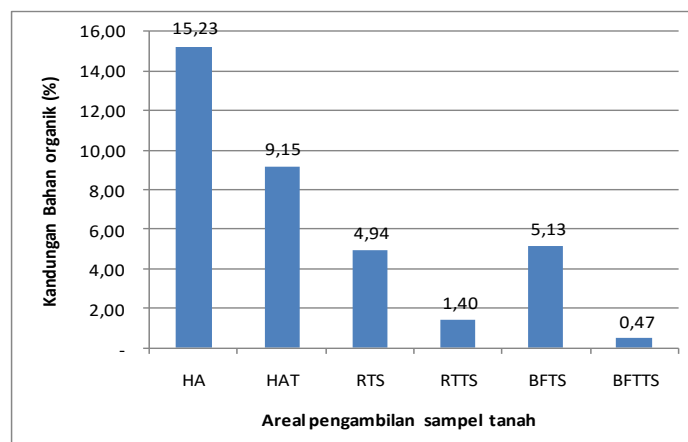
a = Koefisien

b = Konstanta

x = Kandungan bahan organik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis tanah yang telah dilakukan maka diperoleh kandungan bahan organik tanah pada enam lokasi yang berbeda sesuai dengan Gambar 1. berikut :

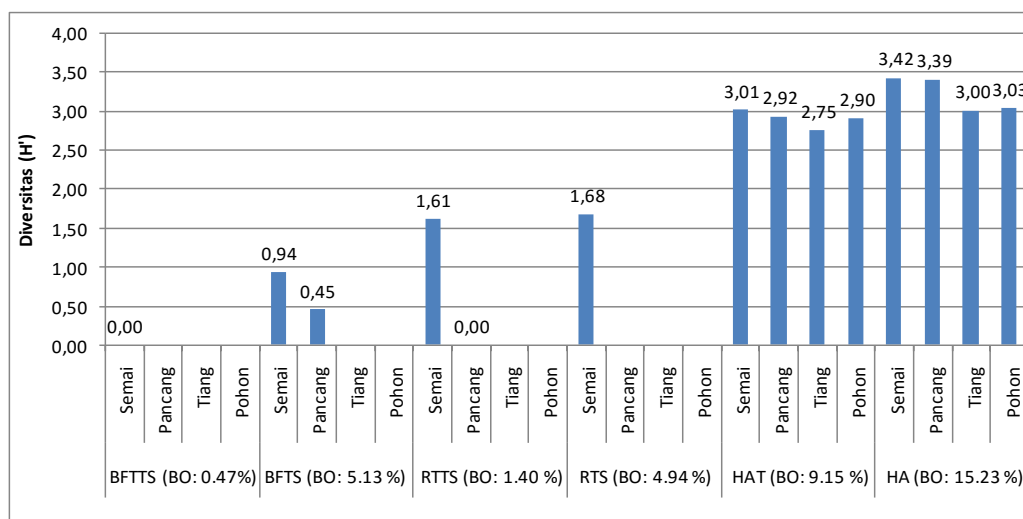


Gambar 1. Kandungan bahan organik tanah pada 6 (enam) areal pertambangan nikel dan hutan alam sekitarnya

Kandungan organik tertinggi (15,23%) diperoleh pada hutan alam (HA). Hutan alam dengan kerapatan yang lebih tinggi dapat menghasilkan serasah yang lebih banyak dan kemudian terdekomposisi menjadi bahan organik. Kandungan bahan organik pada Hutan alam bekas terbakar (HAT) lebih rendah (9,15 %). Panas yang ditimbulkan oleh kebakaran mengakibatkan hilangnya sebagian vegetasi tanaman, dan mikroorganisme tanah pada permukaan yang berperan dalam dekomposisi bahan organik. Pada areal pascatambang yang ditimbun menggunakan material overburden dan top soil (BFTS) memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi (15,3 %) dibanding areal pascatambang yang ditimbun material overburden dengan top soil dan direvegetasi (RTS) senilai 4,94 %. Sebagian bahan organik pada areal RTS telah diserap oleh tanaman revegetasi. Tanaman revegetasi yang digunakan adalah sengon buto (*Enterolobium cyclocarpa*) yang rata-rata sudah mencapai pertumbuhan tingkat pancang sehingga perakaran jauh lebih dalam untuk menyerap bahan organik. Pada areal BFTS yang belum direvegetasi telah mengalami suksesi alami dan didominasi oleh tumbuhan bawah dan rumput dengan tingkat kerapatan yang cukup tinggi. Tumbuhan bawah memiliki daur hidup yang pendek dan regenerasi berlangsung lebih cepat sehingga tumbuhan atau bagian tumbuhan yang telah mati akan terdekomposisi menjadi sumber bahan organik.

a. Diversitas tumbuhan

Berdasarkan hasil analisis vegetasi dan perhitungan diversitas tumbuhan pada setiap tingkat pertumbuhan diperoleh hasil sebagaimana pada Gambar 2. berikut :



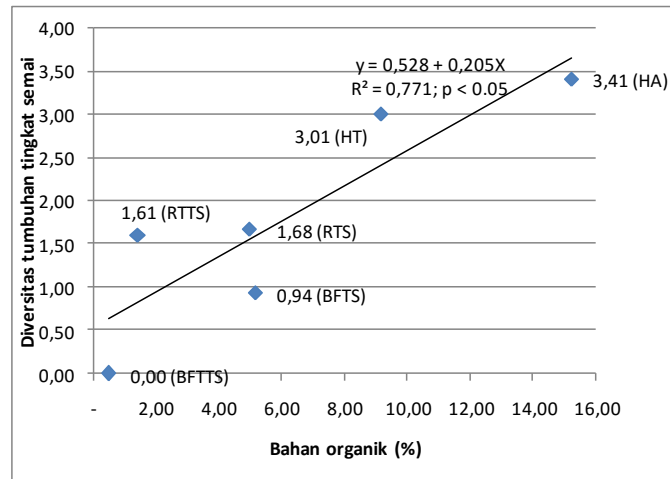
Gambar 2. Diversitas tumbuhan setiap tingkat pertumbuhan pada 6 (enam) areal pertambangan nikel dan hutan alam sekitarnya

Gambar 2 menunjukkan bahwa diversitas tumbuhan tingkat semai pada areal HA, HAT, RTS dan RTTS tergolong sedang (1,5-3,5) dan tergolong rendah pada areal BFTS dan BFTTS (< 1,5). Untuk tingkat pancang, diversitas pada areal HA dan HAT tergolong sedang dan pada areal RTTS dan BFTS tergolong rendah. Pada areal RTS dan BFTTS tidak ditemukan tumbuhan tingkat pancang. Diversitas tumbuhan tingkat tiang pada HA, HAT tergolong sedang dan pada

areal lainnya tidak ditemukan tumbuhan tingkat tiang. Pada areal HA dan HAT, diversitas tumbuhan tingkat pohon tergolong sedang dan untuk areal lainnya tidak ditemukan tumbuhan tingkat pohon.

- b. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat semai.

Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh hasil hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat semai sebagaimana tersaji pada Gambar 3 berikut :

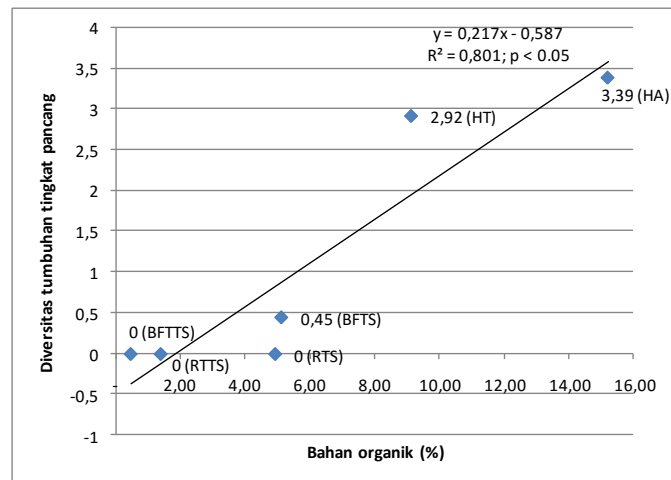


Gambar 3. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat semai

Berdasarkan analisis regresi linear yang dilakukan, diperoleh persamaan regresi $Y = 0,528 + 0,205X$. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa koefisien kandungan bahan organik tanah (X) bernilai positif yaitu 0,205. Itu berarti bahwa bila terjadi peningkatan kandungan bahan organik tanah sebesar 1 %, maka diversitas tumbuhan tingkat semai akan bertambah sebesar 0,205. Hasil analisis regresi linear antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat semai menunjukkan korelasi yang nyata ($p < 0.05$), dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,771. Hal ini berarti pengaruh kandungan bahan organik tanah terhadap diversitas tumbuhan tingkat semai sebesar 77,1 % sementara 22,9 % sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

- c. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pancang

Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh hasil hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pancang sebagaimana tersaji pada Gambar 4 berikut :

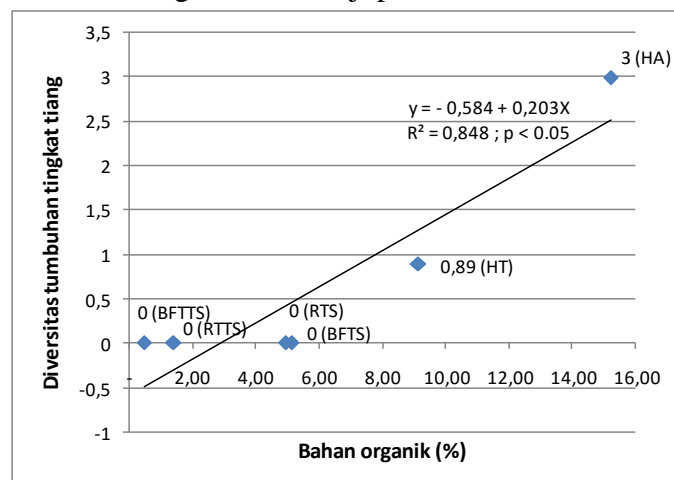


Gambar 4. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pancang

Setelah dilakukan analisis regresi linear, diperoleh persamaan regresi $Y = -0,587 + 0,217X$. Koefisien kandungan bahan organik tanah (X) bernilai positif yaitu 0,217 berarti apabila terjadi peningkatan kandungan bahan organik tanah sebesar 1 %, maka akan diikuti oleh pertambahan diversitas tumbuhan tingkat pancang sebesar 0,217. Hasil analisis regresi linear antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pancang menunjukkan korelasi yang nyata ($p < 0.05$), dengan tingkat kepercayaan 95%, diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,801. Hal ini berarti pengaruh kandungan bahan organik tanah terhadap diversitas tumbuhan tingkat pancang sebesar 80,1 % sementara 19,9 % sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

- d. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat tiang

Dari analisis yang dilakukan diperoleh hasil diversitas tumbuhan untuk tingkat semai pada enam areal sebagaimana tersaji pada Gambar 5 berikut :

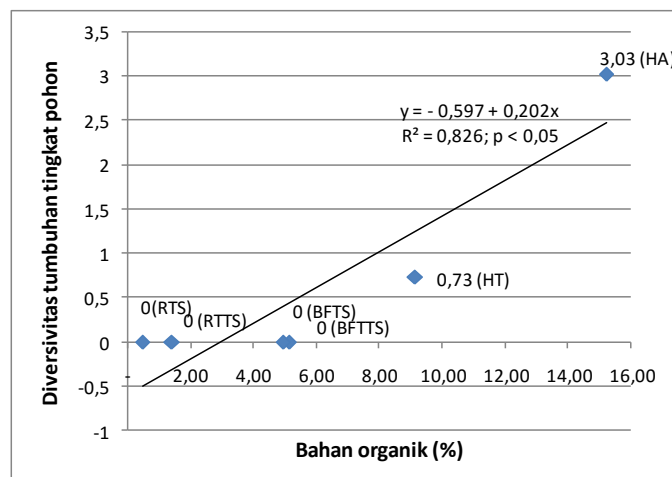


Gambar 5. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat tiang

Analisis regresi linear antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat tiang, diperoleh persamaan regresi $Y = 0,584 + 0,203X$. Koefisien kandungan bahan organik tanah bernilai positif yaitu 0,203 berarti apabila terjadi peningkatan kandungan bahan organik tanah sebesar 1 %, maka akan diikuti oleh pertambahan diversitas tumbuhan tingkat tiang sebesar 0,203. Hasil analisis regresi linear antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pancang menunjukkan korelasi yang nyata ($p < 0.05$), dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,848. Hal ini berarti pengaruh kandungan bahan organik tanah terhadap diversitas tumbuhan tingkat tiang sebesar 84,8 % sementara 15,2 % sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

e. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pohon

Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh hasil diversitas tumbuhan untuk tingkat semai pada enam areal sebagaimana tersaji pada Gambar 6 berikut :



Gambar 6. Hubungan antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pohon

Persamaan regresi linear yang diperoleh dari kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pohon adalah $Y = -0,597 + 0,202X$. Koefisien kandungan bahan organik tanah bernilai positif yaitu 0,202 berarti apabila terjadi peningkatan kandungan bahan organik tanah sebesar 1 %, maka akan diikuti oleh pertambahan diversitas tumbuhan tingkat pohon sebesar 0,202. Hasil analisis regresi linear antara kandungan bahan organik tanah dengan diversitas tumbuhan tingkat pancang menunjukkan korelasi yang nyata ($p < 0.05$), dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,826. Hal ini berarti pengaruh kandungan bahan organik tanah terhadap diversitas tumbuhan tingkat pohon sebesar 82,6 % sementara 17,4 % sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Hubungan antara kandungan bahan organik dengan keanekaragaman jenis pada semua tingkat pertumbuhan (semai, pancang, tiang dan pohon) secara keseluruhan menunjukkan hubungan linear yang positif. Keanekaragaman jenis akan meningkat seiring dengan peningkatan kandungan bahan organik tanah. Keanekaragaman spesies dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas yaitu kemampuan suatu komunitas menjaga dirinya tetap stabil meskipun mengalami gangguan [3]. Kembalinya keanekaragaman vegetasi sebagai bagian dari proses suksesi tidak terlepas dari sifat tanah seperti kandungan bahan organik yang ada di dalamnya [7]. Ketersediaan bahan organik tanah sangat mempengaruhi keanekaragaman jenis tumbuhan di areal sekitar tambang nikel. Untuk itu aplikasi bahan organik merupakan salah satu upaya yang perlu dilakukan dalam restorasi lahan bekas tambang nikel sehingga akan mempercepat kembalinya keanekaragaman jenis vegetasi alamnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis regresi linear antara kandungan bahan organik dengan keanekaragaman jenis tumbuhan diperoleh hasil :

1. Bila terjadi peningkatan kandungan bahan organik tanah sebesar 1 %, maka diversitas tumbuhan tingkat semai akan bertambah sebesar 0,205, tumbuhan tingkat pancang sebesar 0,217, tumbuhan tingkat tiang sebesar 0,203 dan tumbuhan tingkat pohon sebesar 0,202.
2. Pengaruh kandungan bahan organik tanah terhadap diversitas tumbuhan tingkat semai sebesar 77,1 %, , tumbuhan tingkat pancang sebesar 80,1 %, tumbuhan tingkat tiang sebesar 84,8 % dan tumbuhan tingkat pohon sebesar 82,6 %.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar, Bayu Wisnu Broto, S.Hut, Edi Kurniawan, S.Hut, M.Hut, dan Hajar, S.Hut, MP atas bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alimuddin L (2011). Analisis Daya Lenting Vegetasi Hutan Produksi Pada Kawasan Penambangan Biji Nikel PT Aneka Tambang Tbk. Di Konawe Utara. Jurnal Agriplus 21:83-93.
- [2] Bismark M (2011). Prosedur Operasi Standar Untuk Survei Keragaman Jenis Pada Kawasan Konservasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan : Bogor
- [3] Indriyanto (2006). Ekologi Hutan. PT Bumi Aksara : Jakarta

- [4] Sabaruddin, Fitri S N A dan Lestari L (2009). Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik Tanah dengan Periode Pasca Tebang Tanaman HTI *Acacia mangium* Wild. Jurnal Tanah Tropika Vol. 14 No.2 :105-110.
- [5] Santosa B P dan Ashari, 2005. Analisis Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS. Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- [6] Sheoran V, Sheoran A.S dan Poonia P, 2010. Soil Reclamation of Abandoned Mine Land By Revegetation : A Review. International Jurnal of Soil, Sediment and Water Vol 3 Iss.2 Article13.
- [7] Yassir I dan Omon M R (2003). Hubungan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan dengan Sifat-sifat Tanah pada Lahan Kritis di Samboja Kalimantan Timur. Jurnal Rimba Kalimantan Vol.11 No.1 : 48-54.
- [8] Yulnafatmawita, Adrinal dan Hakim A F (2011). Pencucian Bahan Organik Tanah pada Tiga Penggunaan Lahan di Daerah Hutan Hujan Tropis Super Basah Pinang-pinang Gunung Gadut Padang. Jurnal Solum Vol.8 No.1 : 34-42

KONDISI BEBERAPA JENIS MANGROVE BERDASARKAN KERAPATAN DI TOGEAN SULAWESI TENGAH

Halidah

Balai Penelitian Kehutanan Makassar
Jln Perintis Kemerdekaan Km. 16,5 Makassar
ona_ji2007@yahoo.co.id

Abstrak

Ekosistem mangrove merupakan bagian yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat pesisir karena sangat berperan, baik secara ekologi maupun sosial ekonomi. tulisan ini bertujuan untuk menyediakan data dan informasi tentang kondisi beberapa jenis mangrove di Togeian Sulawesi Tengah. Pengamatan vegetasi dilakukan dengan menggunakan metode kombinasi antara metode jalur dan metode garis petak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di lokasi penelitian ditemukan empat jenis mangrove yakni *R.apiculata*, *B.gymnorhiza* *L.littorea* dan *X. granatum*. Kerapatan jenis *R. apiculata* pada tingkat pohon, tiang, pancang dan semai masing-masing rata-rata 100 pohon/ha; 91 pohon/ha; 116 pohon/ha dan 254 anakan/ha. untuk jenis *B. gymnorhiza* kerapatan untuk tingkat tiang dan pancang masing-masing rata-rata 8 pohon/ha, 12 pohon/ha. Untuk jenis *X. granatum* kerapatan untuk tingkat pohon, tiang dan pancang masing-masing rata-rata 4 pohon/ha; 42 pohon/ha; 71 pohon/ha. untuk jenis *L. littorea* hanya ditemukan pada fase pancang dan semai masing-masing rata-rata 287 pohon/ha dan 518 anakan/ha. jenis *B. gymnorhiza* dan *X. granatum* dikategorikan sebagai jenis yang mengalami degradasi atau tidak normal karena tidak mempunyai strata semai. *L.littorea* sebagai jenis yang berkembang pesat sedangkan jenis *R. apiculata* dikategorikan sebagai jenis yang stationer.

Kata kunci : Mangrove, kerapatan, kondisi, Togeian.

1. PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan ekosistem yang unik dan rawan yang mempunyai fungsi baik secara ekologis maupun ekonomi. Fungsi ekologis hutan mangrove antara lain : pelindung garis pantai, mencegah intrusi air laut, habitat (tempat tinggal), tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan dan pembesaran (*nursery ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi aneka biota perairan, serta sebagai pengatur iklim mikro. Sedangkan fungsi ekonominya antara lain: penghasil keperluan rumah tangga, penghasil keperluan industri dan penghasil bibit.

Besarnya fungsi ekosistem mangrove menyebabkan rawan jika pemanfaatan ekonominya tidak dikelola secara baik. Pemanfaatan secara ekonomi antara lain menjadikan mangrove sebagai tambak, pemukiman, industri, dan sebagainya maupun pengebangan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan, akan menyebabkan hilangnya berbagai spesies flora dan fauna yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove, yang dalam jangka panjang akan mengganggu keseimbangan ekosistem mangrove khususnya dan ekosistem pesisir umumnya. Fadhlán (2011) melaporkan bahwa kerusakan hutan mangrove dapat berupa pengalihan fungsi kawasan ekosistem menjadi lahan tambak, lahan untuk

pembangunan serta pemanfaatan apa yang terkandung didalamnya baik berupa kayu maupun biota.

Pulau Togean merupakan gugusan pulau-pulau karang yang melintang di tengah teluk Tomini. Akan tetapi, sebagaimana pulau-pulau lain yang ada di Indonesia, pulau Togean juga telah berkembang menjadi areal pemukiman, daerah wisata, perkebunan, yang telah merambah areal-areal hutan mangrove yang ada di pesisir pantai. Hal ini berdampak pada berkurangnya areal mangrove serta mempengaruhi keanekaragaman dari mangrove tersebut, khususnya jenis mangrove yang tumbuh di perbatasan laut dan daratan. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi jenis mangrove di Taman Nasional Laut Togean (TNL Togean) di Sulawesi Tengah, khususnya di Kecamatan Togian yang telah berkembang menjadi daerah pemukiman.

2. METODE PENELITIAN

A. LOKASI PENELITIAN

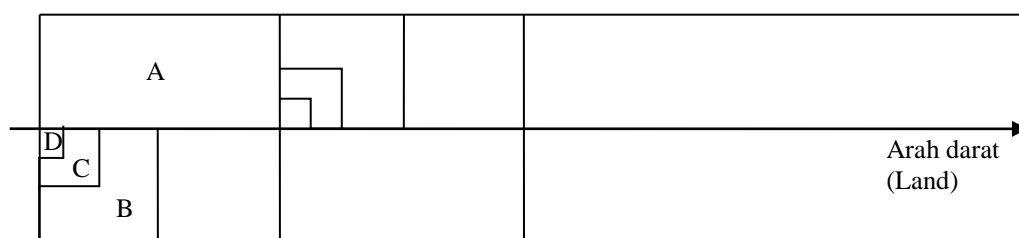
Penelitian ini dilaksanakan di desa Danda dan desa Wakay Kecamatan Togean Kabupaten Tojo una-una Propinsi Sulawesi Tengah. yang terletak dalam wilayah Taman Nasional laut Togean. Penelitian berlangsung dari bulan April hingga bulan Nopember 2014

B. BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah vegetasi mangrove dan substrat. Alat yang digunakan adalah tali plastik, kompas, pH meter, salinometer, oxymeter, termometer batang, counter, galah berskala, kantong plastik sampel, parang, roll meter, kamera, tally sheet, buku dan alat tulis.

C. RANCANGAN PENELITIAN

Untuk mengetahui kondisi tumbuhan mangrove, pengamatan vegetasi dilakukan dengan menggunakan metode kombinasi antara metode jalur dan metode garis petak (Indriyanto, 2006; Fachrul, 2007; Asihing, 2011). Untuk pengamatan pohon dibuat jalur tegak lurus dari garis pantai ke arah darat yang lebarnya 20 m dengan panjang yang bervariasi sesuai dengan ketebalan mangrove yakni 50 – 75 m. Jalur dibuat sebanyak tiga jalur dengan jarak antar jalur 20 m. Untuk fase tiang, pancang dan semai digunakan metode garis berpetak, dengan masing-masing plot pengamatan diulang tiga kali. Desain bentuk, ukuran petak dan tata letaknya dapat dilihat pada gambar 1. Data yang diukur meliputi jumlah, tinggi dan diameter tanaman.



Gambar (Figure) 1. Desain plot pengamatan di lapangan (Sample plots scheme in field)

Keterangan (Remark) : A = 20 m x 20 m; B = 10 m x 10 m; C = 5 m x 5 m; D = 2 m x 2 m

D. ANALISIS DATA

Data hasil pengamatan dan pengukuran, selanjutnya di tabulasi dan dihitung kerapatan (pohon/ha) untuk setiap tingkatan. (Fachrul, 2007).

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu (N)}}{\text{Luas Petak Contoh}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. KONDISI TEMPAT TUMBUH MANGROVE DI DESA DANDA DAN DESA WAKAY, TOGEAN

Pengamatan terhadap kondisi tempat tumbuh dan tumbuhan mangrove di lokasi pengamatan dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi habitat mangrove di Lokasi Pengamatan.

No.	Parameter yang diamati (<i>Parameters</i>)	Nilai rata-rata (<i>average</i>)
1	pH (<i>pH</i>)	8,1
2	Suhu (<i>temperature</i>)	29 °C
3	Salinitas (<i>salinity</i>)	25 ‰
4	Kecerahan (<i>brightness</i>)	33 cm
5	Ketebalan lumpur (<i>The thickness of the mud</i>)	22,1 cm
6	Oksigen terlarut (<i>dissolved oxygen</i>)	2,52.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa kondisi pH, suhu dan salinitas cukup tinggi untuk pertumbuhan mangrove, utamanya salinitas yang mencapai 25 ‰. Kondisi ini akan menyebabkan pertumbuhan mangrove menjadi kerdil. Hal ini terlihat di lapangan di mana bakau tumbuh dengan bentuk pertumbuhan yang tidak normal, utamanya yang berada di depan garis pantai. Mangrove tumbuh dimana batang saling merambat dengan akarnya dengan ketinggian kurang dari lima meter. Kerdil dan tidak terturnya pertumbuhan tinggi dan akar mangrove diduga disebabkan tingginya salinitas air dan tingginya genangan air. Tingginya salinitas dapat berpengaruh buruk terhadap tekanan *osmotic* yang negatif yang mengakibatkan secara umum mangrove menjadi kerdil (Jica, 2003). Demikian juga dengan genangan yang tetap tinggi karena sifat permukaan pantai yang curam mengakibatkan akar-akar bakau tumbuh lebih tinggi dari genangan air.

Suhu air juga terlihat cukup tinggi yakni rata-rata 29 °C. Suhu ini lebih tinggi dari apa yang dilaporkan Jica (2003) bahwa suhu rata-rata bulanan di hutan mangrove di bagian timur pulau Sumatera berkisar 26,3 °C sampai dengan 28,7°C. Tingginya suhu ini juga diduga menyebabkan mangrove tidak dapat tumbuh optimal. pH yang tinggi juga dapat disebabkan kurangnya aktifitas dekomposisi dari serasah mangrove. Kurangnya serasah yang terurai juga dapat disebabkan oleh kurangnya organisme yang bisa beradaptasi dengan kondisi salinitas yang tinggi.



Gambar (Figure) 1. Penampilan mangrove yang tumbuh dipinggir laut

B. KEANEKARAGAMAN DAN KERAPATAN MANGROVE DI DESA DANDA DAN DESA WAKAY, TOGEAN.

Dari hasil pengamatan di lapangan diketahui keanekaragaman jenis mangrove yang ada di desa Danda dan Wakay seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis, rata-rata tinggi dan diameter serta kerapatan mangrove di Desa danda dan wakay, Togeian.

No.	Jenis (<i>species</i>)	Tinggi (height) (m)	Diameter (diameter) (cm)	Kerapatan (pohon/ha) (Density (tree/ha))			
				Pohon (tree)	Tiang (pole)	Pancang (stake)	Semai (seedling)
1	<i>R. apiculata</i>	9,6	21,4	100	91	116	254
2	<i>B. gymnorrhiza</i>	6	11,4	0	8	12	0
3	<i>Xilocarpus granatum</i>	6	11,6	4	42	71	0
4	<i>Lumnitzera littorea</i>	5,5	5,4	0	0	287	518

Pada Tabel 2 terlihat bahwa jenis yang dijumpai pada lokasi pengamatan adalah empat jenis dengan kerapatan yang berkisar antara 4 – 100 individu /ha untuk tingkat pohon, hingga, 42- 91 individu /ha untuk tingkat tiang, 12 – 287 individu/ha untuk tingkat pancang dan 254 – 518 individu/ha untuk tingkat semai. Laapo *et al.*, (2010) melaporkan hasil penelitiannya di teluk kilat dan pulau mogo besar TN Togeian menjumpai 12 jenis mangrove sejati dan ikutan yang memiliki kerapatan tertinggi dari jenis *Rhizophora apiculata* diikuti jenis *Rhizophora mucronata* sekitar 10 - 35 individu/100m². Hal ini dapat dijadikan dasar untuk menduga bahwa di lokasi penelitian pernah ada beberapa jenis mangrove tetapi telah terjadi penurunan keragaman jenis, meskipun kerapatannya masih relative sama.

Untuk jenis *R. apiculata* masih dijumpai dari tingkat pohon hingga semai dengan kerapatan yang beragam. yakni 91 – 254 individu/ha. Nampak bahwa semakin besar tanaman semakin jarang kerapatannya. Jenis yang juga masih dijumpai pada tiga strata pertumbuhan adalah jenis *Xilocarpus granatum* yang masih terdapat pada tingkat pohon, tiang serta pancang. Pada tingkat semai tanaman ini tidak lagi dijumpai dalam plot pengamatan. Dua jenis lain yang juga

dijumpai dalam plot pengamatan adalah jenis *B. gymnorrhiza* yang hanya dijumpai pada strata tiang dan pancang sedangkan jenis *Lumnitzera littorea* hanya dijumpai pada strata tiang dan semai. Hal ini menunjukkan bahwa *L. littorea* adalah jenis mangrove yang sedang berkembang pesat sedangkan *R. apiculata* adalah jenis yang stasioner (Indriyanto, 2006). Tidak sempurnanya strata tanaman yang dijumpai untuk jenis *B. gymnorrhiza* dan *X. granatum* dalam plot pengamatan kemungkinan disebabkan karena kedua jenis ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Banyaknya penduduk yang sudah membangun kebun serta rumah dan jalan di pinggir hutan mangrove yang berbatasan dengan daratan dengan memanfaatkan kayu dari berbagai jenis mangrove membuat mangrove semakin berkurang. *B. gymnorrhiza* adalah jenis mangrove yang dominan tumbuh pada hutan mangrove yang tinggi dan merupakan ciri dari perkembangan tahap akhir dari hutan mangrove, serta tahap awal dalam transisi menjadi tipe vegetasi daratan. Demikian juga dengan jenis *X. granatum* yang tumbuh di sepanjang pinggir sungai pasang surut, pinggir daratan dari mangrove, dan lingkungan payau lainnya yang tidak terlalu asin (www.wetland.or.id, 2009). Posisi zona tempat tumbuh dari kedua jenis inilah yang diduga mengakibatkan kedua jenis ini ada dalam posisi yang menurun. Kedua jenis ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk bahan pembuatan rumah seperti tiang-tiang rumah dari jenis *X. granatum* dan balok atap dari jenis *B. gymnorrhiza*.

Dari hasil pengamatan ini juga diketahui bahwa jenis yang paling dominan pada strata pohon dan tiang adalah jenis *R. apiculata* sedangkan pada strata pancang dan semai di dominasi oleh jenis *L. littorea*. Hasil penelitian di Taman Nasional Wakatobi, pada strata pohon di dominasi oleh *B. gymnorrhiza*, strata tiang didominasi oleh jenis *R. mucronata* sedangkan strata pancang dan semai didominasi oleh jenis *C. tagal* (Jamili *et al.*, 2009). Hasil penelitian di kawasan hutan lindung Pulau Magersegu, Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku, pada strata pohon didominasi oleh *B. gymnorrhiza*, pada strata tiang, sapihan dan semai didominasi oleh *R. mucronata* (Irwanto, 2007) sedangkan pada kawasan hutan mangrove Desa Tanjung Sekodi Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, baik pada strata pohon, tiang, sapihan dan semai didominasi *R. apiculata* (Nursal *et al.*, 2005).

Dari data-data tersebut, dapat menunjukkan bahwa lokasi penelitian sudah banyak terganggu oleh aktivitas manusia. Demikian juga halnya jika dibandingkan dengan lokasi hutan mangrove di Magersegu dan hutan mangrove di TN Wakatobi. Hal ini terlihat dari kondisi *B. gymnorrhiza* yang masih dominan pada kedua lokasi tersebut dibandingkan lokasi penelitian di TN Togean.

Hal ini juga dapat menunjukkan bahwa *B. gymnorrhiza* dan *X. granatum* pada lokasi tempat tumbuh di lokasi penelitian dikategorikan sebagai jenis yang mengalami degradasi atau tidak normal regerasinya. Hal ini disebabkan karena jenis ini tidak mempunyai strata semai. Menurut Surat Keputusan No. 60/Kpts/DJ/I/1978. Tgl. 8 Mei 1978. Tentang Pengelolaan Hutan Mangrove. disebutkan bahwa komunitas mangrove memiliki regenerasi alami normal apabila memiliki jumlah semai 1.000/ha. Novianty *et al.*, (2011) melaporkan hasil penelitiannya bahwa kerusakan hutan mangrove sangat dipengaruhi oleh faktor

sosial ekonomi dan faktor dominan penyebab kerusakan hutan mangrove adalah manusia. Fadhlán (2011) juga mengatakan kerusakan hutan mangrove dapat berupa pengalihan fungsi kawasan ekosistem menjadi lahan tambak, lahan untuk pembangunan serta pemanfaatan apa yang terkandung didalamnya baik berupa kayu maupun biota.

Khairijon *et al.*, (2012) melaporkan bahwa di hutan mangrove Marine Station Riau ditemukan 3 jenis bakau dengan kerapatan mencapai 2396 hingga 312 pohon/ha. Sedangkan Heriyanto dan Subiandono (2012) dalam hasil penelitiannya di Taman Nasional Alas Purwo menemukan 13 jenis mangrove dengan kerapatan yang berkisar antara 167 – 1367 pohon/ha. Kerapatan mangrove pada kedua lokasi ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan yang ditemui di lokasi penelitian yang paling tinggi hanya berkisar 100 pohon/ha.

4. KESIMPULAN

Pada lokasi penelitian ditemukan 4 jenis mangrove yakni *R. apiculata*, *B. gymnoorrhiza*, *X. granatum* dan *L. Littorea*. Rata-rata kerapatan jenis *R. apiculata* pada tingkat pohon, tiang, pancang dan semai masing-masing 100 pohon/ha; 91 pohon/ha; 116 pohon/ha dan 254 anakan/ha. Untuk Jenis *B. gymnoorrhiza* kerapatan untuk tingkat tiang dan pancang masing-masing 8 pohon/ha dan 12 pohon/ha. Jenis *X. Granatum* kerapatannya untuk tingkat pohon, tiang dan pancang masing-masing 4 pohon/ha, 42 pohon/ha dan 71 pohon/ha. Untuk jenis *L. Littorea* hanya ditemukan pada fase pancang, dan semai masing-masing 287 pohon/ha dan 518 anakan/ha.

Jenis *B. gymnoorrhiza* dan *X. granatum* dikategorikan sebagai jenis yang mengalami degradasi atau tidak normal karena tidak mempunyai strata semai. *L. littorea* sebagai jenis yang berkembang pesat sedangkan jenis *R.apiculata* dikategorikan sebagai jenis yang stationer.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak kepala Balai Taman Nasional Laut Togean dan stafnya yang telah memberikan bantuan dan memfasilitasi kami selama kami melakukan penelitian ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada anggota tim atas kerjasamanya selama melaksanakan penelitian ini di lapangan hingga tersusunnya laporan

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sulawesi Tengah. 2012. Buku I Rencana Pengelolaan 25 Tahun Taman Nasional Kepulauan Togean. Palu.
- [2] Asihing, K. 2011. Manajemen hutan mangrove. Cetakan pertama. PT. Penerbit IPB Press. Bogor.
- [3] Fadhlán, M. 2011. Aktivitas Ekonomi penduduk Terhadap Kerusakan Ekosistem Hutan Mangrove di Kelurahan Bagan Deli Kecamatan Medan Belawan. Skripsi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan. Medan.

-
- [4] Fachrul, M.F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. PT. Bumi Aksara, Jakarta.
- [5] Heriyanto.N.M dan E. Subiandono. 2012. Komposisi dan Struktur Tegakan, Biomassa dan Potensi kandungan karbon Hutan mangrove Di Taman Nasional Alas Purwo. Jurnal Penelitian Kehutanan dan Konservasi Alam. Vol.9 No.1 : 023 – 032. Pusat Penelitian dan Konservasi Alam. Bogor.
- [6] Indriyanto, 2006. Ekologi hutan. Cetakan pertama. PT. Bumi Aksara. Jakarta
- [7] Irwanto. 2007. Analisis Vegetasi untuk pengelolaan Kawasan Hutan Lindung Pulau Magersegu Kab. Seram Bagian Barat Propinsi Maluku. Thesis. Program pasca Sarjana Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [8] Jamili. D. Setiadi., I. Qayim dan E. Guhardja. 2009. Struktur dan Komposisi mangrove di Pulau kaledupa Taman Nasional Wakatobi Sulawesi Tenggara. Ilmu Kelautan . Desember 2009. Vol.IX (4). : 36 -45 Kendari.
- [8] Jica. 2003. National Strategy For Indonesia Mangrove Ecosystem Management. (Draf Revisi). Second Book Mangrove Ecosystem In Indonesia. Ministry Of Forestry, Ministry Of Fishery And Marine, Ministry Of Environment, Departement Of Home affairs, Indonesian Institute Of Sciences, Japan International Cooperation Agency and Institute Of Mangrove Research and Development.
- [9] Khairijon, S., Fatonah dan A.P. Rianti. 2012. Profil biomassa dan Kerapatan Vegetasi Tegakan Hutan Mangrove di marine Staton Kecamatan Dumai Barat, Riau. Prosiding Semirata F.MIPA Universitas Lampung. Lampung. 2013 Date.
- [10] Laapo, A., A. Fahrudin., D. G. Bengen dan A. Damar. 2010 . Kajian Karakteristik dan Kesesuaian Kawasan mangrove untuk Kegiatan Ekowisata mangrove di Gugus P. Togeian TN Kepulauan Togeian. Forum Pasca sarjana Vol.33 No.4 : 251 – 261 Oktober 2010. www.Portalgaruda.org/download_actcle.php.
- [11] Nursal, Fauziah & Ismiati, 2005 . Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove Tanjung Sekodi Kabupaten Bengkalis Riau, Jurnal Biogenesis 2(1) : 1-7. Riau .
- [12] Novianty, R., S. Sastrawibawa. dan D. J. Pribadi. 2011. Identifikasi kerusakan dan Upaya Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Pantai Utara kabupaten Subang. Jurnal Aquatika Vol.2.N0.2 : 1 – 9. Unpad. Bandung
- [13] www.wetland.or.id/mangrove/mangrove-species.php?id=38 2009. Deskripsi jenis-jenis mangrove. Diunduh tgl. 6 Juni 2012.

Perubahan Sifat Biologi Tanah dan Biomas Tanaman Pada Tanah Terintroduksi Bioamelioran

Burhanuddin Rasyid, Masyhur Syafiuddin, dan Muh. Ansar
Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan, Kampus UNHAS Tamalanrea, Makassar-90245
E-mail: burrasyid@unhas.ac.id

Abstrak

Introduksi bahan organik kedalam tanah dapat mempengaruhi dinamika dan karakterbiologi tanah yang secara langsung berdampak terhadap performa dan produk biomas tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari perubahan sifat biologi tanah dan produk biomas tanaman dengan mengintroduksi tanah menggunakan bioamelioran cair. Penelitian ini didesain menggunakan metode Rancangan Faktorial dengan 3 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah jarak tanam (J) yang terdiri dari dua taraf: $J_1=75 \times 25$ cm; $J_2=50 \times 20$ cm; faktorkedua adalah Bio-amelioran cair (B) terdiri dari tiga taraf; $B_0=$ tanpa bio-amelioran cair (kontrol); $B_1 =$ bio-amelioran cair 100 ml/l; $B_2=$ bio-amelioran cair 300 ml/l; faktor ketiga adalah pupuk Nitrogen (N) terdiri dari tiga taraf: $N_0=$ tanpa urea (kontrol); $N_1=300$ kg urea/ha; $N_2=240$ kg urea/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan sifat biologi tanah dan biomassa dipengaruhi oleh introduksi bioamelioran. Evaluasi pada semua parameter memberikan hasil bahwa introduksi Bioamelioran dengan dosis 100 ml/l yang dikombinasikan dengan 240 kg/ha pupuk Nitrogen secara umum memberikan hasil tertinggi pada pengaruh tunggal maupun interaksi terhadap peningkatan kerapatan / densitas mikroba (rata-rata $20,5 \times 10^4$ cfu/g tanah), kadar C-organik (2,77%), top/root rasio (9,97), serta bioma tanaman (79,87 g). Sifat biologi tanah dan biomas tanaman memiliki karakter dinamis yang dapat berubah dengan pemberian/introduksi bioamelioran cair.

Kata Kunci :Biologi tanah, Bioamelioran, Biomas tanaman, Bahan organik.

1. PENDAHULUAN

Sistem tiga fase tanah yakni padat, cair, dan gas disusun oleh komponen utama berupa fraksi mineral dan bahan organik yang menentukan karakter atau sifat dari suatu tanah secara fisik, biologi, maupun kimia tanah. Secara umum jumlah dan komposisi bahan penyusun tanah akan berubah secara dinamis mengikuti setiap perubahan yang terjadi didalam lingkungan tanah, khususnya dengan introduksi suatu bahan tertentu. Pupukan merupakan material yang umum diberikan kedalam tanah dengan tujuan perbaikan atau peningkatan karakteristik tanah. Namun kenyataan menunjukkan bahwa, pemberian pupuk an-organik (pupuk kimia) secara intensif dengan dosis tinggi mengakibatkan menurunnya kualitas tanah, khususnya keadaan biologi tanah yang berpengaruh langsung terhadap produktivitas tanaman (Lingga dan Marsono 2002).

Introduksi bahan organik kedalam tanah merupakan praktek penting sebagai upaya untuk memperbaiki dan mengembalikan sifat-sifat tanah. Peningkatan kadar karbon (C-organik) tanah (Biswas and Khosla, 1971), pengaruh terhadap sifat fisiko-kimia dan biologi (Bouajinla and Sanaa, 2011),

bahan organik tanah dan fungsi tanah (Murphy, 2014), perbaikan lingkungan perakaran tanaman (Kaharuddin, et.al., 2015) merupakan berbagai kajian mengenai pemanfaatan bahan organik yang berkaitan dengan perubahan sifat-sifat tanah. Penambahan bahan organik ini sebagai salah satu strategi pemanfaatan dan pengelolaan terpadu limbah organik. Dalam kaitan dengan bioamelioran masih terbatas informasi yang dapat dijadikan rujukan untuk memahami perubahan sifat-sifat tanah hasil aplikasi material tersebut.

Bioamelioran sebagai bahan pembedah tanah dapat dimanfaatkan dalam mereduksi penurunan kualitas tanah. Dengan komposisi utama beberapa jenis mikroorganisme, bioamelioran dapat berperan didalam: (1) meningkatkan kesuburan tanah yang dapat memperbaiki struktur tanah dan porositas tanah; (2) memperbaiki kondisi kimia, fisika dan biologi tanah; (3) merangsang peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah yang menguntungkan, misal rhizobium, mikoriza dan bakteri (Suprpto dan Marzuki, 2002). Pemanfaatan bioamelioran selain manfaat tersebut diatas memberikan keuntungan lingkungan dari pemanfaatan limbah organik secara terintegrasi, sehingga kerusakan lingkungan dapat dikurangi.

Desain komposisi bioamelioran dalam bentuk cair yang terdiri dari limbah organik biogas, endapan organik danau, dan mikroorganisme lokal diharapkan dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap karakter atau sifat biologi tanah. Selanjutnya dapat memberikan lingkungan tumbuh tanaman yang lebih kondusif sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Dengan demikian pengetahuan tentang pemanfaatan dan pengelolaan bahan organik, dalam bentuk bioamelioran cair sangat bermanfaat untuk memperbaiki kondisi degradasi sifat-sifat tanah. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian introduksi bioamelioran cair, guna mengetahui perubahan sifat-sifat tanah, khususnya sifat biologi tanah dan biomas tanaman. Hasil penelitian ini dapat menjadi teknologi terapan untuk budidaya tanaman dalam upaya perbaikan kualitas tanah dan peningkatan produktivitas tanaman melalui pemanfaatan bio-amelioran cair.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian lapang yang dilaksanakan di *Teaching Farm* Fakultas Pertanian, UNHAS. Analisis bio-amelioran cair dan jaringan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, sedang kerapatan/densitas mikroba dianalisis pada Laboratorium Mikrobiologi Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar. Bahan utama bio-amelioran yang digunakan adalah limbah cair biogas, sampah organik, material organik yang berasal dari endapan Danau Tempe, Kab. Wajo, molases, air kelapa, mikroorganism melokal dan *effective microorganism*. Bahan-bahan tersebut diekstraksi didalam *biodigester* berkapasitas 100 L. Proses ini dilaksanakan pada 3 (tiga) *biodigester* dengan formulasi komposisi berbeda pada tiap tempat. Bio-amelioran siap digunakan setelah diinkubasi selama kurang lebih 4 (empat) minggu.

Percobaan didesain menggunakan metode rancangan faktorial dengan tiga faktor masing-masing: Faktor pertama adalah jarak tanam (J) yang terdiri dari dua taraf: J_1 = Jarak tanam 75 x 25 cm; J_2 = Jarak tanam 50 x 20 cm. Faktor kedua

perlakuan bio-amelioran cair (B) yang terdiri dari tiga taraf: B₀ = Tanpa bio-amelioran cair (kontrol); B₁ = Bio-amelioran cair 100 ml/l; B₂ = Bio-amelioran cair 300 ml/l. Faktor ketiga perlakuan pupuk nitrogen (N) yang terdiri dari tiga taraf: N₀ = Tanpa Urea (kontrol); N₁ = Urea rekomendasi (300 kg urea/ha); dan N₂ = 80% dari Urea rekomendasi (240 kg urea/ha). Percobaan dilakukan dalam petakan ukuran 2 x 2 m², dengan 3 ulangan sehingga total petakan berjumlah 54 unit.

Pemberian bio-amelioran cair dimulai satu minggu setelah tanam (MST), dengan interval pemberian setiap 2 minggu sesuai perlakuan. Selanjutnya untuk pemupukan urea dilaksanakan 3 kali masing-masing sepertiga dari dosis perlakuan dalam setiap pemberian pupuk, selain itu diberikan pupuk dasar 150 kg/ha SP36, dan 100 kg/ha KCl yang masing-masing diberikan pada 2 MST.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 KERAPATAN/DENSITAS MIKROBA

Kerapatan atau densitas mikroba sangat penting untuk mengukur kualitas atau sifat biologi tanah. Hasil analisis kerapatan/densitas mikroba khususnya cendawan pada introduksi bioamelioran cair disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan/Densitas Cendawan Pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan I (cfu/g tanah)	Ulangan II (cfu/g tanah)
J ₁ B ₀ N ₀	1 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₁ N ₁	1 x 10 ⁻⁴	3 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₂ N ₀	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₁ N ₀	8 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₂ N ₁	4 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₂ N ₂	8 x 10 ⁻⁴	6 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₀ N ₁	2 x 10 ⁻⁴	2 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₁ N ₂	13 x 10 ⁻⁴	18 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₀ N ₁	2 x 10 ⁻⁴	3 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₀ N ₂	8 x 10 ⁻⁴	12 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₁ N ₀	10 x 10 ⁻⁴	7 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₀ N ₀	4 x 10 ⁻⁴	2 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₁ N ₁	2 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₂ N ₁	6 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₂ N ₀	2 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₀ N ₂	2 x 10 ⁻⁴	4 x 10 ⁻⁴
J ₁ B ₂ N ₂	2 x 10 ⁻⁴	6 x 10 ⁻⁴
J ₂ B ₁ N ₂	20 x 10 ⁻⁴	21 x 10 ⁻⁴

Hasil tertinggi densitas mikroba ditunjukkan pada kombinasi perlakuan jarak tanam 50 cm x 20 cm, bio-amelioran cair 100 ml/l, dan pemberian urea 240 kg/ha, dengan densitas rata-rata 20,5 x 10⁻⁴ cfu/g tanah, sedangkan jarak tanam 75 cm x 25 cm, dengan tanpa bio-amelioran dan tanpa urea memberikan hasil terendah sebesar 1 x 10⁻⁴ cfu/g tanah. Hasil ini menunjukkan pengaruh positif pemberian bio-amelioran cair yang dapat mengurangi penggunaan pupuk urea hingga 20% dari dosis rekomendasi. Bahkan pada analisis uji lanjut, perlakuan pupuk urea dengan dosis tinggi menurunkan densitas mikroba, sedangkan penurunan kadar urea disertai peningkatan dosis bioamelioran cenderung memberikan hasil yang lebih baik. Dengan demikian nampak bahwa bio-

amelioran cair menjadi stimulus dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah khususnya cendawan.

3.2 KOMPOSISI KADAR HARA TANAH

Komposisi kadar hara tanah mengalami perubahan sebagai respon terhadap pemberian bioamelioran cair (Tabel 2.). Aktivitas mikroorganisme tanah sangat bergantung pada keadaan lingkungan khususnya pada komposisi rasio karbon-nitrogen. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar karbon tertinggi diperoleh pada perlakuan 100 ml/l bioamelioran cair dan 300 kg/ha Urea dengan jarak tanam 50 x 20 cm, sedang perlakuan kontrol (tanpa bioamelioran dan Urea) memberikan hasil terendah. Hasil analisis lainnya pada kadar hara tanah memberikan hasil lebih tinggi pada pemberian bioamelioran baik pada perlakuan tunggal maupun kombinasi dengan nitrogen. Perubahan komposisi kadar hara ini memberikan indikasi perlunya pemanfaatan bahan organik untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah. Komposisi hara yang lebih majemuk dan tingginya densitas mikroba pada bioamelioran dapat menjadi pertimbangan terhadap peningkatan kadar hara tanah.

Tabel 2. Perubahan Komposisi Unsur Hara Tanah Pada Setiap Perlakuan Bioamelioran Cair

Perlakuan	Komposisi Unsur Hara Tanah				
	pH	C-organik (%)	N-total (%)	KTK cmol/(kg)	P ₂ O ₅ (ppm)
J ₁ B ₀ N ₀	6,11 Agak masam	1,62 Rendah	0,45 Sedang	17,15 Sedang	12.90 Sedang
J ₂ B ₁ N ₁	6,12 Agak masam	2,61 Sedang	0,20 Rendah	20,94 Sedang	14.30 Sedang
J ₁ B ₂ N ₀	6,09 Agak masam	2,51 Sedang	0,70 Tinggi	19,14 Sedang	13.93 Sedang
J ₁ B ₁ N ₀	6,18 Agak masam	2,49 Sedang	0,67 Tinggi	22,53 Sedang	14.45 Sedang
J ₂ B ₂ N ₁	7,4 Agak masam	2,79 Sedang	0,73 Tinggi	18,34 Sedang	13.90 Sedang
J ₂ B ₂ N ₂	7,48 Netral	2,77 Sedang	0,95 Sangat tinggi	19,14 Sedang	14.97 Sedang
J ₁ B ₀ N ₁	7,05 Netral	2,35 Sedang	0,56 Tinggi	19,54 Sedang	13.97 Sedang
J ₁ B ₁ N ₂	7,07 Netral	2,64 Sedang	0,42 Sedang	16,75 Rendah	15.76 Sedang
J ₂ B ₀ N ₁	7,26 Netral	2,34 Sedang	0,47 Sedang	15,15 Rendah	14.39 Sedang
J ₁ B ₀ N ₂	7,15 Netral	2,35 Sedang	0,53 Tinggi	16,55 Rendah	15.03 Sedang
J ₂ B ₁ N ₀	6,04 Agak masam	2,40 Sedang	0,45 Sedang	16,15 Rendah	14.45 Sedang
J ₂ B ₀ N ₀	7,48 Netral	1,68 Rendah	0,42 Sedang	20,04 Sedang	12.68 Sedang
J ₁ B ₁ N ₁	7,21 Netral	2,63 Sedang	0,45 Sedang	20,54 Sedang	13.99 Sedang
J ₁ B ₂ N ₁	7,11 Netral	2,58 Sedang	0,59 Tinggi	21,93 Sedang	14.97 Sedang

J ₂ B ₂ N ₀	6,09 Agak masam	2,61 Sedang	0,64 Tinggi	21,14 Sedang	15,03 Sedang
J ₂ B ₀ N ₂	7,26 Netral	2,41 Sedang	0,75 Tinggi	20,94 Sedang	14,69 Sedang
J ₁ B ₂ N ₂	7,39 Netral	2,71 Sedang	0,81 Sangat tinggi	21,54 Sedang	15,36 Sedang
J ₂ B ₁ N ₂	6,05 Agak masam	2,68 Sedang	0,56 Tinggi	23,73 Sedang	14,72 Sedang

3.3 TOP – ROOT RASIO

Parameter top–root rasio merupakan analisis penting didalam mengukur aktivitas tumbuh tanaman dan daya dukung lingkungan. Rasio ini menggambarkan respon tanaman dalam bentuk produk biomas terhadap laju aktivitas perakaran tanaman. Hasil analisis top-root rasio menunjukkan bahwa perlakuan pemberian bioameliator dengan dosis 300 ml/l memberikan nilai top-root rasio tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Secara umum perlakuan bioameliator tunggal maupun kombinasi dengan pemupukan nitrogen memberikan nilai lebih baik dibandingkan dengan hanya perlakuan Urea. Hasil ini memberikan indikasi bahwa aktivitas perakaran tanaman akan lebih baik bila bahan organik ditambahkan kedalam tanah. Dengan indikasi ini memberikan dukungan terhadap hasil analisis densitas mikroba maupun perubahan komposisi hara tanah. Aktivitas akar yang baik akan memberikan pengaruh terhadap bagian atas tanaman.

Tabel 3. Rasio Berat Kering Bagian Atas Terhadap Berat Kering Akar Tanaman Jagung(Top-Root Rasio)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
J ₁ B ₀ N ₀	1.60	9.67	5.54	16.81	5.60
J ₁ B ₁ N ₀	8.31	18.53	1.05	27.89	9.30
J ₁ B ₂ N ₀	18.37	3.78	7.77	29.92	9.97
J ₂ B ₀ N ₀	2.10	4.61	6.61	13.32	4.44
J ₂ B ₁ N ₀	5.01	1.45	14.34	20.80	6.93
J ₂ B ₂ N ₀	9.76	3.68	8.81	22.25	7.42
J ₁ B ₀ N ₁	2.81	5.29	4.78	12.88	4.29
J ₁ B ₁ N ₁	8.00	4.15	3.47	15.62	5.21
J ₁ B ₂ N ₁	7.54	4.54	6.29	18.37	6.12
J ₂ B ₀ N ₁	6.42	1.26	8.71	16.39	5.46
J ₂ B ₁ N ₁	3.67	1.91	4.21	9.79	3.26
J ₂ B ₂ N ₁	2.21	1.53	7.73	11.47	3.82
J ₁ B ₀ N ₂	5.72	7.64	6.65	20.01	6.67
J ₁ B ₁ N ₂	2.52	3.07	7.92	13.51	4.50
J ₁ B ₂ N ₂	2.60	5.26	3.29	11.15	3.72
J ₂ B ₀ N ₂	7.71	7.17	5.08	19.96	6.65
J ₂ B ₁ N ₂	2.25	3.35	6.65	12.25	4.08

J ₂ B ₂ N ₂	4.09	3.74	9.55	17.38	5.79
Total	110.69	90.63	128.45	329.77	6.11

3.4 BERAT BIOMAS TANAMAN

Hasil pengukuran biomas tanaman ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan analisis data biomas tanaman menunjukkan bahwa perlakuan tunggal pupuk Urea memberikan nilai tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Meskipun demikian pada beberapa kombinasi perlakuan, berat biomas tanaman tidak berbeda nyata dengan perlakuan tunggal pupuk Urea. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi biomelioran khususnya dengan dosis 100 ml/l dikombinasikan dengan pemupukan Urea 240 kg/ha menghasilkan berat biomas yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tunggal 240 kg/ha Urea. Peran penting dari unsur nitrogen dalam pembentukan biomas tanaman terlihat pada hasil analisis biomas ini. Nitrogen sebagai penyusun utama jaringan tanaman menentukan pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman.

Pada penelitian ini bio-amelioran cair dapat mempengaruhi sifat biologi tanah dan biomas tanaman. Hal ini dapat diasumsikan sesuai dengan pernyataan Hadisuwito (2011) bahwa bahan organik kaya akan unsur hara makro dan mikro sehingga dapat mengatasi defisiensi dan menyediakan hara secara cepat dan tidak bermasalah dalam pencucian hara. Karena sifat ini pula maka mikroba tanah dapat dengan mudah beraktivitas untuk memperbaiki bio-fisika kimia lingkungan, melakukan transformasi hara dan secara tidak langsung memudahkan translokasi hara dari dalam tanah ke tanaman (Hilda, 2000). Manfaat ini dapat dikembangkan untuk mendapatkan teknologi budidaya tanaman dengan produktivitas tinggi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Tabel 4. Berat Biomas Tanaman Jagung Pada Perlakuan Pupuk Urea Dan Bioamelioran Cair

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata (g)
	I	II	III		
J ₁ B ₀ N ₀	133.2	133.2	83.2	349.6	116.53
J ₁ B ₁ N ₀	83.2	183.2	58.2	324.6	108.20
J ₁ B ₂ N ₀	133.2	83.2	83.2	299.6	99.87
J ₂ B ₀ N ₀	73.2	33.2	108.2	214.6	71.53
J ₂ B ₁ N ₀	83.2	33.2	133.2	249.6	83.20
J ₂ B ₂ N ₀	73.2	83.2	83.2	239.6	79.87
J ₁ B ₀ N ₁	73.2	83.2	183.2	339.6	113.20
J ₁ B ₁ N ₁	133.2	88.2	158.2	379.6	126.53
J ₁ B ₂ N ₁	83.2	83.2	183.2	349.6	116.53
J ₂ B ₀ N ₁	133.2	33.2	133.2	299.6	99.87
J ₂ B ₁ N ₁	133.2	83.2	133.2	349.6	116.53
J ₂ B ₂ N ₁	33.2	83.2	163.2	279.6	93.20
J ₁ B ₀ N ₂	183.2	83.2	233.2	499.6	166.53
J ₁ B ₁ N ₂	133.2	73.2	283.2	489.6	163.20

J ₁ B ₂ N ₂	108.2	93.2	133.2	334.6	111.53
J ₂ B ₀ N ₂	83.2	183.2	133.2	399.6	133.20
J ₂ B ₁ N ₂	83.2	58.2	183.2	324.6	108.20
J ₂ B ₂ N ₂	83.2	83.2	83.2	249.6	83.20
Total	1842.6	1577.6	2552.6	5972.8	110.61

4. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi semua parameter disimpulkan bahwa introduksi Bioamelioran dengan dosis 100 ml/l yang dikombinasikan dengan 240 kg/ha pupuk Nitrogen secara umum memberika hasil tertinggi pada pengaruh tunggal maupun interaksi terhadap peningkatan kerapatan / densitas mikroba (rata-rata $20,5 \times 10^{-4}$ cfu/g tanah), kadar C-organik (2,77%), top/root ratio (9,97), serta biomas tanaman (79,87 g). Sifat biologi tanah dan biomas tanaman memiliki karakter dinamis yang dapat berubah dengan pemberian/introduksi bioamelioran cair.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana atas bantuan dan kerjasama banyak pihak. Khususnya mahasiswa tugas akhir dalam tim penelitian pengembangan bioamelioran, disampaikan penghargaan dan banyak terimakasih, atas segala bantuannya selama penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan atas dukungan finansial yang bersumber dari dana hibah penelitian unggulan perguruan tinggi, Kementerian Ristekdikti.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Biswas T.D, and Khosla B.K (1971). Building Up of Organic Matter Status of the Soil and Its Relation to the Soil Physical Properties. Proc. Int. Symp. Soil Fertility Evaluation, New Delhi, India p. 831 – 842.
- [2] Bouajila K , and Sanaa M (2011) Effects of organic amendments on soil physico-chemical and biological properties. J. Mater. Environ. Sci. 2: 485-490.
- [3] Hadisuwito (2011) Pupuk Organik Cair Dari Limbah Biogas. Agromedia. Jakarta.
- [4] Hilda R and Reynaldo F (2000) Phosphate Solubilizing Bacteria and Their Role In Plant Growth Promotion. Department of Microbiology, Cuban Research Institute on Sugarcane By-Products (ICIDCA), P.O. Box 4026, CP 1 1 000, Havana, Cuba.
- [5] Kaharuddin, Dahlan, Abd. Rahman A, Syaifuddin, Faisal H, Vandalisna, and Burhanuddin R (2015) The Effectiveness of Liquid Cow Bokashi to Create Root Optimum Environmental Conditions On Maize Growth. Int. J. Curr. Res. Biosci. Plantbiol.2015.2(12): 26-31
- [6] Lingga P dan Marsono (2002). Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.

- [7] Murphy B W (2014) Soil Organic Matter and Soil Function – Review of the Literature and Underlying Data. Department of the Environment, Canberra, Australia.
- [8] Supratpto dan Marzuki, R., 2002. Aplikasi Pupuk Organik Cair. Penebar Swadaya Jakarta.

Optimasi Penanda Mikrosatelit Eboni Provenans Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin dengan Metode *Screening* Penanda

Siti Halimah Larekeng

Staf Pengajar Lab. Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas

Jl. Perintis Kemerdekaan Makassar, Indonesia 90245

Corresponding author: ima82.biotech.fahutan@gmail.com

Abstrak

Kelangkaan populasi kayu eboni di hutan alam sangat memprihatinkan dan menimbulkan kekhawatiran akan kemusnahannya. Meskipun pendekatan konservasi genetik telah dirintis sejak beberapa tahun yang lalu, belum ada hasil yang signifikan yang telah dicapai hingga saat ini. Hal ini disebabkan belum memadainya penelitian molekuler dalam spesies ini. Aspek molekuler biasanya terkait dengan protokol untuk isolasi DNA dan penanda molekuler yang polimorfik sehingga dapat menjadi rekomendasi penelitian molekuler. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan penanda Simple Sequence Repeats (SSR) dalam mengamplifikasi DNA eboni dan memperoleh suhu annealing yang tepat. Pelaksanaan penelitian pada bulan Juli hingga September 2015 di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Isolasi DNA daun eboni yang berasal dari provenans Hutan Pendidikan Unhas menggunakan protokol Genomic DNA Mini Kit (Plant) Geneaid. Tujuh belas primer diseleksi dari genus *Diospyros* dan terdapat tiga primer yang berhasil mengamplifikasi DNA Eboni yaitu primer 1430DC588341, 8917DC591591, dan mDp17 EF567410. Produk amplifikasi yang dihasilkan bersifat polimorfik dengan suhu annealing setiap primer berbeda-beda dan spesifik untuk tiap primer dengan kisaran suhu 53-56°C. Ketiga primer tersebut dapat direkomendasikan untuk amplifikasi DNA genom dari individu-individu eboni dalam melakukan analisis keragaman genetik maupun analisis sistem perkawinan.

Kata Kunci : Eboni, provenans Hutan Pendidikan, screening penanda, mikrosatelit

Seleksi Primer Mikrosatelit Berbasis PCR Pada Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) Provenansi Lasitae

Gusmiaty

Staf Pengajar Lab. Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea , Makassar, Indonesia 90245

Corresponding author: umyhody@ymail.com

Abstrak

Eboni (Diospyros celebica Bakh.) salah satu tumbuhan endemik Sulawesi yang terancam punah. Untuk mencegah kepunahannya diperlukan usaha pelestarian salah satunya melalui program pemuliaan yang didukung dengan informasi genetik berbasis molekuler. Belum adanya primer yang dikembangkan khusus untuk Eboni tidak menjadi masalah untuk memperoleh informasi tersebut. Primer berasal dari individu satu genus atau satu famili yang sama dapat digunakan untuk memperoleh data molekuler Eboni. Pelaksanaan penelitian pada bulan Juni hingga Agustus 2015. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh primer yang dapat mengamplifikasi DNA Eboni Provenans Lasitae Kabupaten Barru dan memperoleh suhu annealing yang tepat, sehingga dapat digunakan untuk memperoleh data molekuler yang selanjutnya digunakan dalam program pemuliaan Eboni. Sebanyak tujuh belas primer diseleksi dari genus Diospyros dan terdapat empat primer yang berhasil mengamplifikasi DNA Eboni Provenans Lasitae yaitu primer 1430DC588341, 8917DC591591, 9004DC591297, dan ssrDKDQ097497. Produk amplifikasi yang dihasilkan tegas, jelas dan bersifat polimorfik. Suhu annealing setiap primer berbeda-beda dan spesifik untuk tiap primer dengan kisaran suhu 53-56°C.

Kata kunci : Eboni, mikrosatelit, seleksi primer, Provenans Lasita

Keberhasilan Kultur Pucuk Murbei (*Morus cathayana*) Melalui Berbagai Metode Sterilisasi dan Kombinasi ZPT

Gusmiaty¹, Muhammad Restu¹, Faidah²

¹Staf Pengajar Lab. Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas

²Mahasiswa S1 Fakultas Kehutanan Unhas

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar, Indonesia 90245

Corresponding author: umyhody@gmail.com

Abstrak

Murbei sebagai pakan ulat sutera sangat dibutuhkan dengan jumlah banyak, berkualitas baik dan bersifat kontinuitas. Kendala yang dihadapi saat ini adalah tidak adanya kontinuitas produksi dan hasil budidaya murbei yang berkualitas rendah. Ketersediaan bibit yang berkualitas baik dapat dilakukan dengan menggunakan metode kultur jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode sterilisasi eksplan murbei dan konsentrasi zat pengatur tumbuh IAA dan kinetin yang optimal terhadap pertumbuhan tanaman murbei. Pelaksanaan penelitian pada bulan September sampai Desember 2014 di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri atas dua faktor yaitu konsentrasi zat pengatur tumbuh dan metode sterilisasi eksplan. Kombinasi perlakuan sebanyak 28 dan masing-masing kombinasi diulang sebanyak 3 kali. Analisis menggunakan ANOVA dan uji DMRT 5 % jika ada perbedaan nyata di antara perlakuan. Hasil inisiasi kultur jaringan murbei dengan perlakuan ZPT (IAA 1 ppm) memberikan pengaruh yang terbaik untuk pertambahan jumlah akar dan IAA 0,5 ppm + KN 1 ppm untuk pertambahan jumlah tunas dan daun.

Kata kunci : murbei, kultur jaringan, IAA, kinetin, sterilisasi

1. PENDAHULUAN

Persuteraan alam merupakan kegiatan usaha rakyat yang cukup berkembang di Sulawesi Selatan. Salah satu kendala yang masih dihadapi adalah produktivitas kebun murbei yang rendah, berkisar 4 – 7 ton/ha/tahun, lebih rendah daripada rata-rata produktivitas nasional, yaitu 7 – 10 ton/ha/tahun. Penggunaan murbei yang rendah produktivitasnya serta intensifikasi budidaya tanaman murbeikurang dilakukan merupakan penyebab utama kondisi tersebut di atas (Santoso, 2012).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut di atas adalah dengan penggunaan varietas unggul yang diperoleh dengan cara perbanyakan tanaman secara vegetatif, sehingga menghasilkan keturunan yang sesuai dengan sifat induknya. Pengembangbiakan vegetatif dapat dilakukan dengan cara cangkok, stek, dan kultur jaringan (Yuliani, 2001).

Metode kultur jaringan dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk mendapatkan varietas murbei yang unggul dan dapat menghasilkan tanaman yang baru dalam jumlah yang banyak dalam waktu yang relatif singkat dan tidak tergantung pada musim. Keunggulan lain dari kultur jaringan yaitu memperoleh bibit yang sama persis dengan sifat induknya, dapat memperoleh bibit yang sehat dan seragam, serta tidak memerlukan tempat yang luas (Nugrahani dkk, 2011).

Kendala yang dihadapi dalam kultur jaringan antara lain memerlukan keahlian khusus dalam pelaksanaannya dan setiap spesies menggunakan metode

yang berbeda. Kendala lain yaitu penggunaan eksplan yang berasal dari tanaman dewasa, yaitu tingginya tingkat kontaminasi, tingkat pencoklatan yang tinggi akibat adanya polyphenol dan tanin, tingginya auksin dalam eksplan dan menurunnya respon pertumbuhan seiring dengan semakin tuanya jaringan suatu tanaman (Yuliani, 2001).

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara kultur jaringan adalah zat pengatur tumbuh. Menurut Pierik (1997) dalam Zulkarnain (2009) sangat sulit untuk menerapkan kultur jaringan tanpa melibatkan zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan misalnya tunas, akar, dan perkecambahan.

Faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan adalah sterilisasi eksplan (Suratman dkk, 2013). Berbagai macam cara sterilisasi telah dilakukan oleh peneliti kultur jaringan dengan menggunakan berbagai cara yang diharapkan efektif untuk menghilangkan sumber kontaminasi yang terdapat dalam eksplan. Bahan kimia sterilan yang dibutuhkan untuk sterilisasi eksplan seperti natrium hipoklorit (NaOCl), sodium hipoklorit (kloroks), merkuri klorit (sublimat), detergen dan alkohol 70% (Shofiyani dan Hajoeningtjas, 2010).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman murbei dalam kultur jaringan dengan penambahan zat pengatur tumbuh dan sterilisasi eksplan, mengetahui pengaruh interaksi antara konsentrasi zat pengatur tumbuh dan sterilisasi eksplan terhadap pertumbuhan kultur jaringan tanaman murbei.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2014 di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Bahan yang digunakan meliputi : tunas murbei (*Morus cathayana*), media MS (Murashige dan Skoog), zat pengatur tumbuh *Indole Acetic Acid* (IAA) dan Kinetin (KN), bahan sterilisasi yaitu fungisida (Dithen m-45 0,2%), tween-80, NaOCl 1% dan alkohol 70%, serta bahan lain yang meliputi deterjen, air steril, dan air kran.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dengan menggunakan dua faktor. Faktor pertama adalah media MS dengan zat pengatur tumbuh (M) dengan 7 taraf, yaitu media MS tanpa ZPT (m0), IAA 0,5 ppm (m1), KN 0,5 ppm (m2), IAA 1 ppm (m3), KN 1 ppm (m4), IAA 0,5 ppm + KN 1 ppm (m5), dan IAA 1 ppm + KN 0,5 ppm (m6). Faktor kedua adalah sterilisasi eksplan (S) dengan 4 taraf, yaitu Air mengalir selama 5 menit (s1), Fungisida selama 1 jam (s2), Alkohol 70% selama 10 menit (s3) dan Celup bakar (s4). Kombinasi perlakuan terdiri atas 28 unit dan setiap unit diulang sebanyak 3 kali sehingga jumlah unit sebanyak 84 unit percobaan.

Tahapan-tahapan penelitian meliputi sterilisasi alat, pembuatan media, pemilihan dan pengambilan bahan eksplan, sterilisasi eksplan dengan beberapa perlakuan, penanaman eksplan, penumbuhan eksplan (inkubasi) serta pengamatan dan pengambilan data.

Sterilisasi eksplan terdiri atas dua tahap. Tahap pertama yaitu eksplan dibilas dengan air mengalir sampai bersih selama 30 detik dan dilanjutkan dengan merendam dalam deterjen selama 10 menit, kemudian eksplan dibilas dengan aquades steril sebanyak 2 kali. Eksplan dimasukkan dalam larutan fungisida 0,2% dengan tween 3 tetes selama 3 detik, kemudian eksplan dibilas dengan air steril 3 kali. Tahap kedua (dilakukan dalam *laminar air flowcabinet*) yaitu merendam eksplan dalam larutan NaOCl₂ 1,0 % selama 5 menit kemudian bilas dengan aquades steril 4 – 5 kali (dilakukan sebanyak 2 kali), selanjutnya dimasukkan dalam alkohol 70% selama 3 detik dan dibilas dengan aquades steril sebanyak 5 kali. Sterilisasi eksplan dengan beberapa perlakuan melalui proses di atas, namun yang membedakan antara perlakuan tersebut yaitu perlakuan pertama eksplan dibilas dengan air mengalir selama 5 menit, perlakuan kedua eksplan direndam dalam larutan fungisida selama 1 jam, perlakuan ketiga eksplan direndam dalam alkohol 70% selama 10 menit, perlakuan keempat yaitu setelah melalui semua proses di atas eksplan di celup bakar.

Parameter yang diamati adalah waktu terbentuknya tunas, waktu terbentuknya akar, waktu terbentuknya daun, jumlah tunas, jumlah akar, jumlah daun dan persentase kontaminasi. Data pengamatan dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Varians*) dan diuji lanjut dengan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5 % dengan bantuan program software SPSS (*Statistical Package for Sosial Sciences*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waktu Terbentuknya Tunas dan Jumlah Tunas yang Muncul

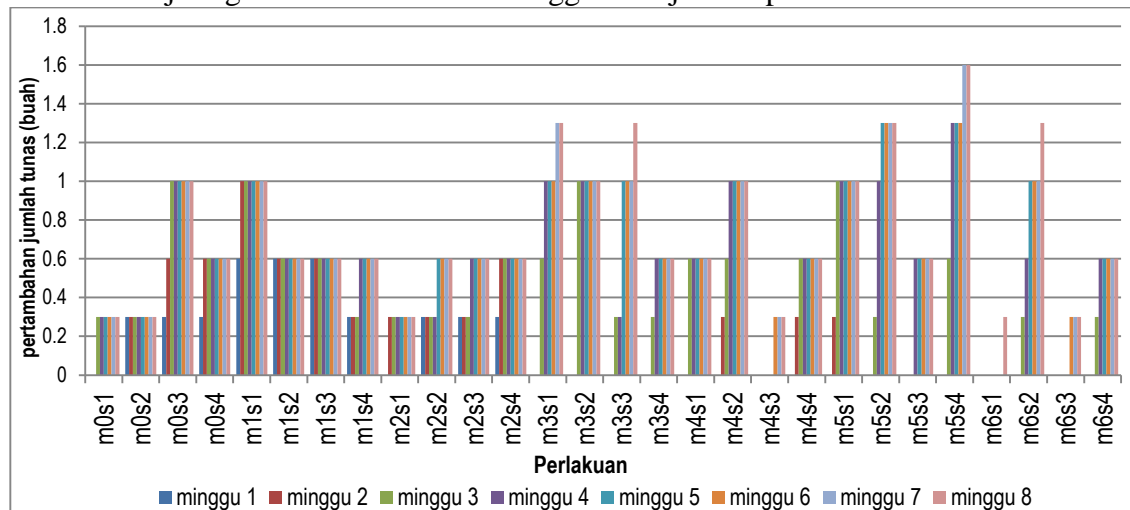
Pengamatan munculnya tunas dinyatakan dalam Hari Setelah Tanam (HST). Saat munculnya tunas ditandai dengan adanya tonjolan berbentuk kerucut berwarna kehijauan pada permukaan eksplan. Berdasarkan hasil pengamatan kombinasi perlakuan m0s2 dan m1s3 memberikan pengaruh paling cepat dalam merangsang kemunculan tunas yaitu ke 2,3 HST.

Penggunaan media tanpa ZPT pada penelitian ini mampu memunculkan tunas tercepat. Hal ini diduga auksin dan sitokinin endogen dalam eksplan mampu merangsang pembentukan tunas walaupun tanpa penambahan ZPT. Penambahan auksin (IAA 0,5 ppm) juga mampu merangsang munculnya tunas tercepat, hal ini diduga bahwa kandungan sitokinin endogen dalam eksplan murbei sudah mencukupi untuk pembentukan tunas yang akan berinteraksi dengan pemberian auksin yang eksogen. Ini membuktikan bahwa pertumbuhan tanaman secara *in vitro* dikendalikan oleh keseimbangan dan interaksi antara ZPT endogen dan eksogen. Selain itu, kemungkinan tunas cepat muncul karena pada eksplan telah mempunyai mata tunas sehingga ketika eksplan ditanam dalam media kultur terjadi pemanjangan mata tunas. Pemberian IAA 1 ppm justru akan memperlambat munculnya tunas, sehingga pemberian IAA dengan konsentrasi rendah (0,5 ppm) lebih baik dalam merangsang tunas dibandingkan dengan pemberian IAA dengan konsentrasi yang tinggi (1 ppm).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata jumlah tunas yang paling banyak yaitu 1,6 terbentuk terdapat pada kombinasi perlakuan m5s4. Satu eksplan rata-rata hanya menghasilkan satu tunas saja. Tidak semua perlakuan mampu

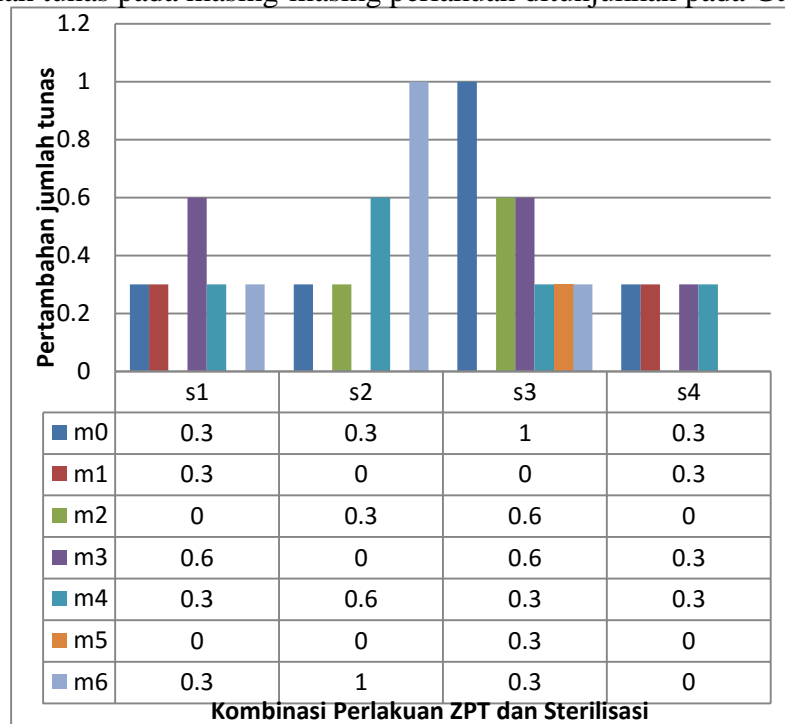
memunculkan tunas. Eksplan yang tidak membentuk tunas umumnya hanya membentuk kalus (m1s2, m2s2, m2s3, m4s1, m4s3, m4s4, m6s1 dan m6s4) dan kalus berakar (m3s4, m5s3, m6s1 dan m6s3)

Data hasil pengamatan jumlah tunas, dapat dilihat bahwa tunas mulai muncul pada minggu pertama setelah penanaman. Respon pertambahan jumlah tunas kultur jaringan murbei selama 8 minggu ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tren Pertambahan Jumlah Tunas Kultur Jaringan Murbei selama 8 Minggu

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada beberapa perlakuan, tunas mulai muncul pada minggu pertama dan mengalami peningkatan pada minggu kedua hingga pada minggu selanjutnya masih stabil. Pertambahan rata-rata jumlah tunas pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertambahan Rata-Rata Jumlah Tunas Kultur Jaringan Murbei pada Perlakuan ZPT dan Sterilisasi selama 8 Minggu

Perlakuan ZPT menunjukkan rata-rata jumlah tunas terbanyak yakni pada perlakuan m0 berkisar antara 0 – 1 dengan nilai rata-rata 0,4, sedangkan jumlah tunas terendah yaitu pada perlakuan m5 berkisar antara 0 – 0,3 dengan nilai rata-rata 0,07 akar. Hasil pengamatan terhadap faktor sterilisasi menunjukkan bahwa rata-rata jumlah tunas terbanyak pada perlakuan s3 (perendaman alkohol 70%) berkisar antara 0 – 1 tunas dengan nilai rata-rata 0,44 tunas. Sedangkan rata-rata jumlah tunas terendah yaitu pada perlakuan s4 (celup bakar) berkisar antara 0 – 0,3 tunas dengan nilai rata-rata 0,12 tunas.

Hasil analisis ragam pertambahan jumlah tunas yang muncul menunjukkan bahwa perlakuan sterilisasi dan kombinasi antara ZPT dan sterilisasi memberikan pengaruh tidak nyata terhadap pertambahan jumlah tunas kultur murbei, tetapi perlakuan ZPT berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas kultur jaringan murbei sehingga perlu dilakukan uji lanjut. Hasil uji lanjut perlakuan ZPT terhadap pertambahan jumlah tunas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Duncan Pengaruh Perlakuan ZPT terhadap Pertambahan Rata-rata Jumlah Tunas Kultur Jaringan Murbei

Perlakuan ZPT	Nilai Tengah	Hasil Uji Duncan (5%)
m5	1.16	A
m3	1.08	Ab
m1	0.75	Abc
m6	0.66	Bc
m2	0.66	Bc
m4	0.58	C
m0	0.58	C

Ket: Huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada α (5%)

Hasil uji Duncan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan m5 tidak berbeda nyata dengan m3 dan m1, tetapi m5 berbeda nyata dengan m6, m2, m4 dan m0. Hal ini menunjukkan bahwa m5 (IAA 0.5 ppm + KN 1 ppm) memberikan pengaruh pertambahan jumlah tunas yang lebih baik dibanding dengan perlakuan lainnya.

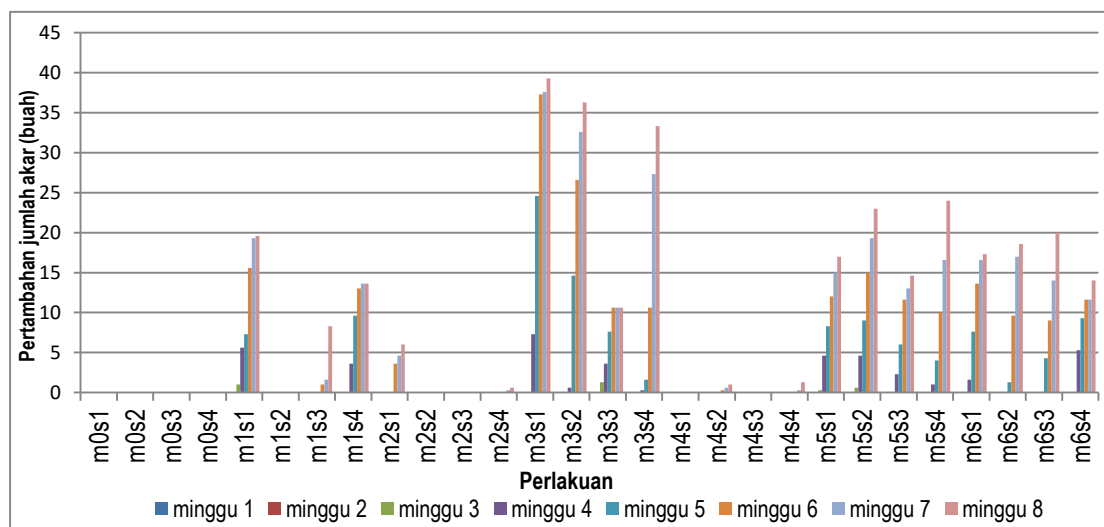
B. Waktu Terbentuknya Akar dan Jumlah Akar yang Muncul

Berdasarkan pengamatan, rata-rata muncul akar tercepat diperoleh pada perlakuan kombinasi m1s4 yaitu pada hari ke 8,3 HST. Sedangkan rata-rata jumlah akar yang paling banyak terbentuk yaitu 39,3 terdapat pada kombinasi perlakuan (m3s1) IAA 1 ppm dengan sterilisasi air mengalir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian IAA dengan konsentrasi 1 ppm menghasilkan rata-rata jumlah akar terbanyak. Penelitian sebelumnya pada tanaman Inggu (*Ruta angustifolia*) dengan pemberian IAA 1 mg/l menghasilkan akar terbanyak dibandingkan dengan perlakuan lain (Lestari, 2011).

Terbentuknya akar disebabkan karena konsentrasi auksin (IAA) yang diberikan yaitu 0,5 ppm dan 1 ppm tergolong rendah sehingga eksplan mampu membentuk akar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shutter (1996) dalam Lidyawati dkk (2012), menyatakan bahwa akar akan terbentuk pada konsentrasi auksin yang rendah dan pada konsentrasi yang tinggi pembentukan akar akan terhambat. Berbeda dengan hasil penelitian Sutriani dkk (2012), bahwa pemberian

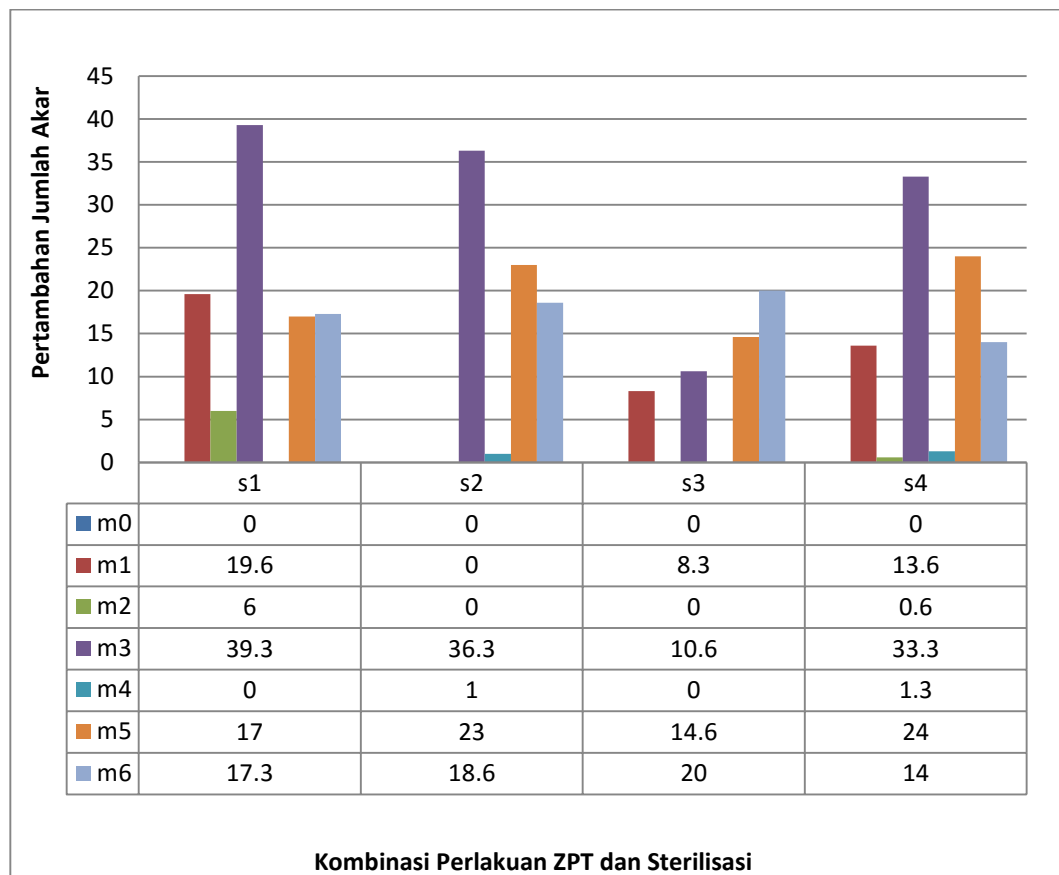
IAA 10 ppm menunjukkan pengaruh yang terbaik dalam menghasilkan jumlah akar. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian IAA dengan konsentrasi tinggi masih dapat meningkatkan pertumbuhan akar.

Respon pertambahan rata-rata jumlah akar kultur jaringan murbei selama 8 minggu ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa akar mulai muncul setelah minggu ke-2 dan mengalami peningkatan hingga minggu ke-8, namun semua perlakuan media MS tanpa ZPT (m0s1, m0s2, m0s3 dan m0s4) dan sebagian perlakuan lainnya tidak ada akar yang muncul.



Gambar 3. Trend Pertambahan Jumlah Akar Kultur Jaringan Murbei selama 8 Minggu

Pertambahan rata-rata jumlah akar dengan perlakuan terpisah antara ZPT dan sterilisasi disajikan pada Gambar 4. Perlakuan ZPT menunjukkan jumlah akar rata-rata terbanyak yakni pada perlakuan m3 berkisar antara 10,6 – 39,3 dengan nilai rata-rata 29,8 akar, sedangkan pada perlakuan m0 tidak ada akar yang muncul. Pada perlakuan sterilisasi menunjukkan jumlah tunas terbanyak yakni pada perlakuan s1 berkisar antara 0 – 39,3 dengan nilai rata-rata 14,1 akar, sedangkan jumlah tunas terendah yaitu pada perlakuan s3 berkisar antara 0 – 20 dengan nilai rata-rata 7,64 akar.



Gambar 4. Pertambahan Rata-rata Jumlah Akar Kultur Jaringan Murbei pada Perlakuan ZPT dan Sterilisasi selama 8 minggu

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan sterilisasi dan interaksi antara ZPT dengan sterilisasi berpengaruh tidak nyata, sedangkan perlakuan ZPT berpengaruh nyata terhadap pertambahan jumlah akar. Hal ini disebabkan oleh pemberian auksin yang relatif tinggi sangat mempengaruhi pertumbuhan akar planlet, sebaliknya pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang tinggi akan menghambat pertumbuhan akar. Hasil uji lanjut perlakuan ZPT terhadap pertambahan jumlah akar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Duncan Pengaruh Perlakuan ZPT terhadap Pertambahan Rata-rata Jumlah Akar Kultur Jaringan Murbei

Perlakuan ZPT	Nilai Tengah	Hasil Uji Duncan (5%)
m3	30.00	a
m5	19.66	ab
m6	17.50	b
m1	10.41	bc
m2	1.91	bc
m4	0.58	c
m0	0.00	c

Ket: huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada α (5%)

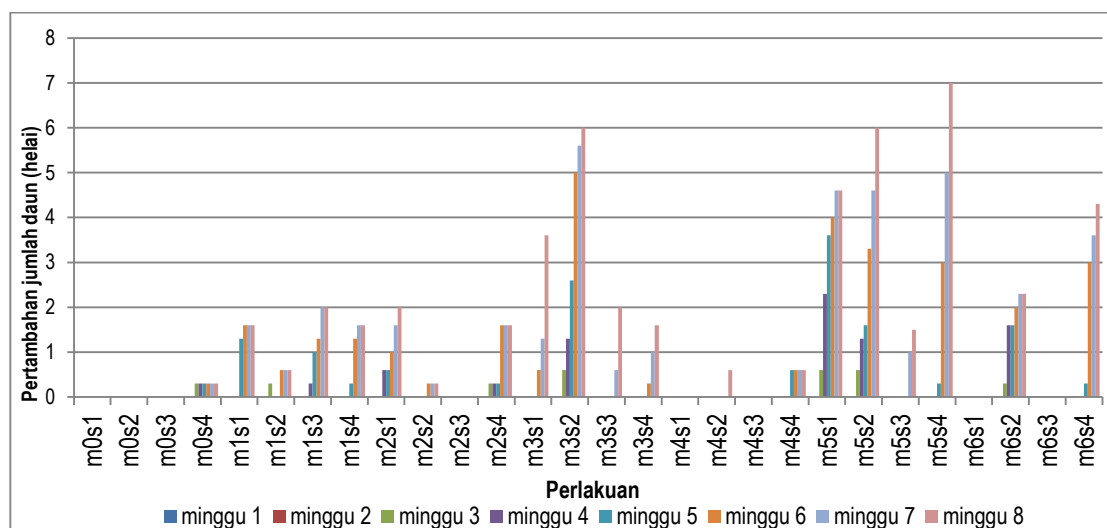
Hasil uji Duncan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan m3 tidak berbeda nyata dengan m5, tetapi m3 berbeda nyata dengan m6, m1, m2, m4 dan m0. Hal ini menunjukkan bahwa m3 (IAA 1 ppm) memberikan pengaruh pertambahan jumlah akar yang lebih baik dibanding dengan perlakuan lainnya.

C. Waktu Terbentuknya Daun dan Jumlah Daun yang Terbentuk

Pengamatan rata-rata saat muncul daun pada Lampiran 5 yang tercepat diperoleh pada kombinasi perlakuan m6s2 yaitu terbentuk pada hari ke 7 HST. Berdasarkan pengamatan, pertambahan rata-rata jumlah daun yang paling banyak terbentuk terdapat pada kombinasi perlakuan media IAA 0,5 ppm + KN 1 ppm dengan sterilisasi celup bakar (m5s4) yaitu 7 helai. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian sitokinin dan auksin secara bersamaan dibutuhkan untuk menghasilkan respon fisiologis tertentu meskipun secara terpisah auksin dan sitokinin masing-masing memiliki fungsi yang berbeda.

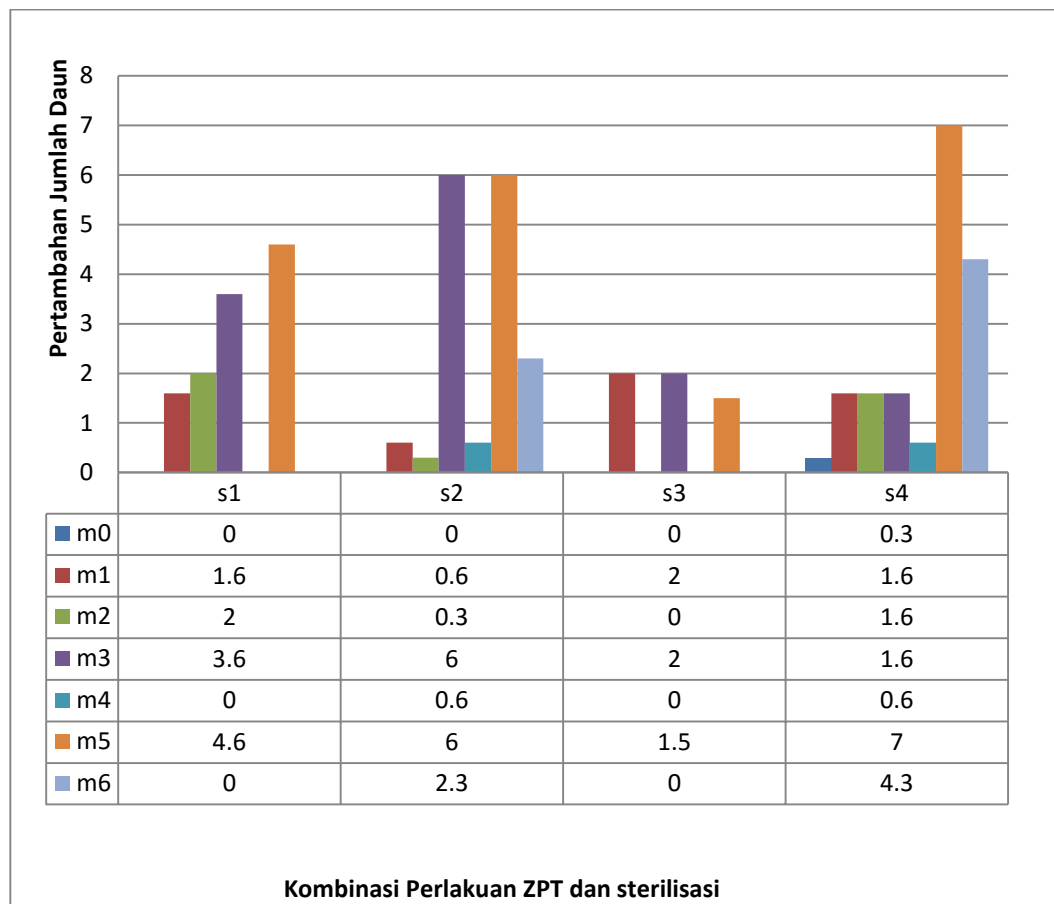
Jumlah daun dalam penelitian ini dihitung mulai dari terbentuknya daun sampai planlet berumur 8 minggu, bukan hanya dihitung saat planlet berumur 8 minggu. Jumlah daun yang muncul pada setiap perlakuan terlihat bervariasi. Variasi jumlah daun dimungkinkan karena adanya hormon endogen yang kadarnya tidak persis sama sehingga respon terhadap penambahan zat pengatur tumbuh juga bervariasi.

Respon pertambahan jumlah daun kultur jaringan murbei selama 8 minggu dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa daun mulai muncul setelah minggu ke-2 dan mengalami pertambahan jumlah daun sampai minggu terakhir pengamatan, namun pada beberapa perlakuan seperti pada perlakuan m0s2, m0s3, m2s3, m4s1, m4s3, m6s1 dan m6s3 tidak memiliki daun karena tidak adanya tunas yang muncul.



Gambar 5. Trend Pertambahan Jumlah Daun Kultur Jaringan Murbei selama 8 Minggu

Pertambahan rata-rata jumlah daun dengan perlakuan antara ZPT dan sterilisasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pertambahan Jumlah Daun Rata-rata Kultur Jaringan Murbei pada Perlakuan ZPT dan Sterilisasi selama 8 minggu

Gambar 6 pada perlakuan ZPT menunjukkan jumlah daun rata-rata tertinggi yakni pada perlakuan m5 dengan kisaran antara 1,5 – 7 helai dan nilai rata-rata 4,78 helai. Sedangkan jumlah daun rata-rata terendah yakni pada perlakuan m1 berkisar antara 0 – 0,3 helai dan nilai rata-rata 0,08 helai.

Pada perlakuan sterilisasi menunjukkan jumlah daun terbanyak yakni pada perlakuan s4 berkisar antara 0,3 – 7 dengan nilai rata-rata 2,42 helai, sedangkan jumlah daun terendah yaitu pada perlakuan s3 berkisar antara 0 – 2 dengan nilai rata-rata 0,78 helai.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ZPT berpengaruh nyata terhadap pertambahan daun kultur murbei sehingga diperlukan pengujian lanjut yaitu uji Duncan. Sedangkan untuk sterilisasi dan interaksi antara ZPT dengan sterilisasi berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan daun kultur murbei sehingga tidak perlu dilakukan pengujian lanjutan. Hasil uji lanjut perlakuan ZPT terhadap pertambahan jumlah daun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Duncan Perlakuan ZPT terhadap Pertambahan Rata-rata Jumlah Daun Kultur Jaringan Murbei

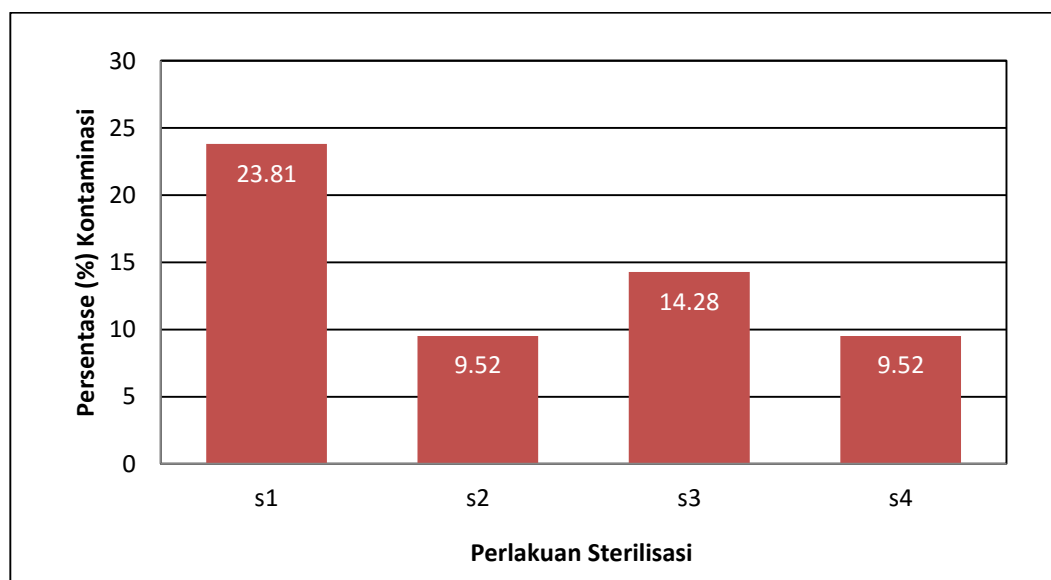
Perlakuan ZPT	Nilai Tengah	Hasil Uji Duncan (5%)
m5	4.83	a
m3	3.33	ab
m6	1.66	bc
m1	1.50	bc
m2	1.00	c
m4	0.33	c
m0	0.08	c

Ket: Huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada α (5%)

Hasil uji Duncan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan m5 tidak berbeda nyata dengan m3, tetapi m5 berbeda nyata dengan m6, m1, m2, m4 dan m0. Perlakuan m5 (IAA 0,5 ppm + KN 1 ppm) memiliki nilai rata-rata tertinggi yang dapat meningkatkan pertambahan jumlah daun lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

D. Presentase (%) Kultur Terkontaminasi

Proses sterilisasi sangat mempengaruhi tingkat kontaminasi, proses sterilisasi yang kurang sempurna akan menimbulkan adanya kontaminasi. Berdasarkan hasil pengamatan bahwa dari 84 kombinasi perlakuan, 12 diantaranya terkontaminasi sehingga total rata-rata eksplan yang terkontaminasi yaitu 14,3 %. Persentase rata-rata kontaminasi setiap perlakuan sterilisasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Persentase Rata-rata Kontaminasi setiap Perlakuan Sterilisasi pada Kultur Jaringan Murbei

Berdasarkan Gambar 7, kontaminasi rata-rata tertinggi yaitu 23,81 % terdapat pada perlakuan s1 (sterilisasi air mengalir). Sedangkan kontaminasi rata-

rata terendah yaitu 9,25 % terdapat pada perlakuan s2 (sterilisasi fungisida) dan s4 (sterilisasi celup bakar).

Tingginya persentase kontaminasi pada penelitian ini dikarenakan hanya satu eksplan yang mampu hidup dari 3 ulangan yang dikulturkan. Selain itu, penggunaan metode s1 (sterilisasi dengan menggunakan air mengalir) belum efektif membunuh agen penyebab kontaminasi seperti jamur dan bakteri. Oleh karena itu, menurut Zulkarnain (2009) dalam memilih suatu metode sterilisasi haruslah selektif, sehingga dalam mengeliminasi jamur atau bakteri yang tidak diinginkan dengan gangguan seminimal mungkin terhadap bahan eksplan.

Kontaminasi pada penelitian ini umumnya disebabkan oleh kontaminasi jamur dan bakteri. Gejala yang ditimbulkan oleh jamur adalah tumbuhnya hifa jamur pada permukaan media maupun eksplan setelah inokulasi. Hifa berwarna putih yang selanjutnya dalam kurun waktu tertentu berubah menjadi warna hitam. Kontaminasi yang disebabkan oleh bakteri dicirikan dengan munculnya lendir berwarna putih kekuningan pada permukaan media dan eksplan.

Tingginya persentase kontaminasi eksternal juga disebabkan oleh jamur dan bakteri yang cenderung terbawa lewat alat maupun eksplan yang digunakan dalam penelitian. Kontaminasi internal juga terjadi dalam penelitian ini, dimana sumber kontaminasi adalah bakteri yang berasal dari dalam jaringan tanaman. Kontaminan internal ini sangat sulit diatasi karena sterilisasi permukaan ternyata belum dapat mengurangi kontaminasi.

Perlakuan s2 (sterilisasi fungisida) dan s4 (sterilisasi celup bakar) menghasilkan persentase kontaminasi terendah kemungkinan disebabkan oleh penggunaan fungisida (Dithen m-45) pada perlakuan s2 mampu menghambat pertumbuhan jamur yang terdapat pada permukaan eksplan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sembiring dalam Nasution (2013) yang mengatakan bahwa penggunaan fungisida pada konsentrasi 700 μ M dapat menjadi inhibitor yang menghambat pertumbuhan miselia dari fungi *Cenococcum geophilum*. Perlakuan s4 (sterilisasi celup bakar) juga menunjukkan persentase kontaminasi terendah diduga karena sebelum eksplan di celup bakar terlebih dahulu telah melalui pra perlakuan semua sterilisasi baru kemudian melalui sterilisasi celup bakar sehingga kemungkinan eksplan akan terkontaminasi oleh jamur atau bakteri sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan sterilisasi eksplan sangat menentukan keberhasilan teknik kultur jaringan. Tanpa penggunaan bahan sterilisasi maka eksplan akan terkontaminasi sehingga perbanyakan tanaman murbei secara *in vitro* tidak akan berhasil.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan zat pengatur tumbuh berpengaruh baik terhadap pertambahan jumlah tunas, akar dan daun. Perlakuan sterilisasi dan interaksi antara perlakuan zat pengatur tumbuh dengan sterilisasi berpengaruh tidak nyata
2. IAA 1 ppm memberikan pengaruh yang terbaik untuk pertambahan jumlah akar dan IAA 0,5 ppm + KN 1 ppm memberikan pengaruh yang terbaik untuk pertambahan jumlah tunas dan daun.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lestari EG (2011) Peranan zat pengatur tumbuh dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. *Jurnal AgroBiogen* 7(1):63-68.
- [2] Lidyawati, NN, Muslimin dan Suwastika (2012) Perbanyakan tanaman melon (*Cucumis melo* L.) secara *in vitro* pada medium MS dengan penambahan *Indole Acetic Acid* (IAA) dan *Benzil Amino Pirin* (BAP). *Jurnal Natural Science* 1(1).
- [3] Nasution SS (2013) Pengaruh teknik sterilisasi terhadap keberhasilan inisiasi eksplan paulownia (*Paulownia elongate* SY. Hu) secara *in vitro*. Skripsi. Intitut Pertanian Bogor.
- [4] Nugrahani P, Sukenda dan Makziah (2011) Teknik propagasi secara *in vitro*. Modul 2 Dasar Bioteknologi Tanaman. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Jawa Timur.
- [5] Santoso B (2012) Murbei varietas NI (Varietas Unggul). *Jurnal Wallace*. Balai Penelitian Kehutanan Makassar.
- [6] Shofiyani A, dan Hajoeningtjas OD (2010) Pengaruh sterilan dan waktu perendaman pada eksplan daun kencur (*Kaemferia galanga* L) untuk meningkatkan keberhasilan kultur kalus. *Agritech* 7(1).
- [7] Suratman SA, Pitoyo dan Mulyani S (2013) Keefektifan penggunaan bahan sterilisasi dalam pengendalian kontaminasi eksplan pada perbanyakan tanaman sirsak (*Annona muricata* L.) secara *in vitro*. UNS. Surakarta.
- [8] Sutriani S, Jumin HB, dan Gultom H (2012) Interaksi BAP (*Benzil Amino Purin*) dan IAA (*Indole Acetic Acid*) pada eksplan athurium (*Anthurium sp*) dalam kultur jaringan. *Dinamika Pertanian* 27(3).
- [9] Yuliani SE (2001) Perbanyakan sengan (*Paraserianthes falcataria* (L) Neilsen) yang berasal dari tanaman dewasa dengan teknik kultur jaringan: pengaruh prosedur sterilisasi dan zat pengatur tumbuh. Skripsi. IPB. Bogor
- [10] Zulkarnain (2009) Kultur jaringan tanaman. Solusi perbanyakan tanaman budidaya, Cetakan ke-2. Bumi Aksara, Jakarta.

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP FENOLOGI REPRODUKSI BEBERAPA SPESIES MANGGA (*Mangifera* spp.) DI KOTA MAKASSAR

Andi Siady Hamzah¹, Putu Oka Ngakan², Kaimuddin³

¹ Pengelolaan Lingkungan Hidup, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar

email: siadyhamzah@gmail.com

²Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin

³Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar

Abstrak

Unsur-unsur iklim merupakan faktor pembatas bagi tumbuhan, sehingga perubahan iklim dapat berdampak pada kelangsungan hidup tumbuhan. Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak perubahan iklim terhadap fenologi reproduksi empat spesies mangga lokal di kampus Universitas Hasanuddin. Pengambilan data dilakukan mulai Juni 2013 sampai Desember 2014 dengan mengamati dan mencatat setiap siklus fenologi reproduksi keempat spesies mangga setiap minggunya. Pengukuran berat dan kadar gula buah dari keseluruhan pohon sampel dilakukan untuk mengetahui dampak perubahan musim terhadap kualitas buah. Data iklim diperoleh dari NCEP dan BMKG wilayah IV Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, di lokasi penelitian telah terjadi perubahan iklim sejak tahun 1979 sampai tahun 2014 yang ditandai dengan semakin lamanya musim hujan dan semakin singkatnya musim kemarau. Sejalan dengan itu, pohon mangga mengalami perubahan siklus fenologi reproduksi dari sebelumnya satu kali menjadi dua kali, dimana pada siklus pertama bunga gagal berkembang menjadi buah. Selain itu, perubahan musim juga memengaruhi kualitas buah yang dihasilkan. Buah yang dihasilkan pada musim kemarau yang lebih panjang memiliki kadar gula yang lebih tinggi daripada buah yang dihasilkan pada musim kemarau yang lebih pendek. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, iklim telah mengalami perubahan yang berdampak pada perubahan siklus fenologi reproduksi dan kualitas buah mangga.

Kata kunci: Perubahan iklim, musim, fenologi reproduksi, kualitas buah, mangga

Pengaruh Air Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Terhadap Pertumbuhan Krisan (*Chrysanthemum morifolium*) Secara *In Vitro*

Fitri¹, Baiq Farhatul Wahidah¹

Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin
Makassar

Email: fitricandida@yahoo.com; najamtkd@gmail.com

ABSTRAK

Kultur jaringan akan berhasil dengan baik apabila syarat-syarat yang diperlukan bagi proses pertumbuhan tersebut dapat terpenuhi, salah satunya dengan penggunaan media yang cocok. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) setelah penambahan air kelapa hijau dan air kelapa gading, mengetahui jenis perlakuan yang paling baik pada perumbuhan tanaman krisan secara *in vitro*, dan mengetahui perbedaan pengaruh penambahan air kelapa hijau dan air kelapa gading terhadap pertumbuhan tanaman krisan secara *in vitro*. Penelitian ini dimulai pada tanggal 17 Februari 2015 dan berakhir pada tanggal 17 Maret 2015 di laboratorium Botani Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu penambahan air kelapa gading dan air kelapa hijau yang terdiri atas empat perlakuan yakni 0 ml/L, 100 ml/L, 200 ml/L, dan 300 ml/L. parameter pengamatan yaitu kecepatan pembentukan akar, jumlah akar yang terbentuk, jumlah daun dan tinggi tanaman. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik inferensial yaitu uji *F* (varians) pada taraf kepercayaan α 0,05, kemudian dianalisis lanjut dengan menggunakan uji *BNJ*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh penambahan air kelapa hijau dan air kelapa gading pada setiap konsentrasi terhadap pertumbuhan krisan secara *in vitro*.

Kata kunci: pertumbuhan, krisan, air kelapa hijau dan air kelapa gading.

1. PENDAHULUAN

Krisan merupakan salah satu jenis tanaman hias yang prospektif untuk dikembangkan di Indonesia. Mengingat prospek bisnis dan kegunaannya maka krisan bisa termasuk dalam kategori tanaman yang berpotensi untuk dikembangkan sehingga beberapa aspek seperti perbanyakan, budidaya dan penyimpanan untuk pelestarian perlu diteliti. Penyimpanan dan koleksi bahan tanaman untuk pelestarian di lapang sering mengalami kegagalan karena gangguan hama dan penyakit, dan tekanan lingkungan lainnya. Disamping itu juga ada resiko hilangnya genotipe tertentu karena deraan lingkungan menjadi tinggi. (Demmassabu, 2011: 150).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan eksplan tanaman krisan setelah penambahan air kelapa hijau dan air kelapa gading terhadap media serta mengetahui jenis perlakuan yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) secara *in vitro*.

Permasalahan yang sekarang dihadapi Indonesia dalam budidaya tanaman krisan adalah masih mengimpor bibit dari luar negeri seperti Belanda, Jerman, Amerika Serikat dan Jepang. Bibit krisan yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, sehingga dengan mengimpor bibit biaya produksi semakin mahal dan ketersediaan bunga krisan secara kontinu juga diperlukan untuk memenuhi permintaan

konsumen. Masalah impor bibit dan kontinuitas ketersediaan bunga dapat diatasi melalui perbanyakan dengan teknik kultur *in vitro*. Kultur *in vitro* tanaman mempunyai potensi sangat besar dalam program pemuliaan tanaman serta penyediaan benih dan bibit berkualitas (Istianigrum *et al*, 2013: 2).

Teknik budidaya tanaman krisan secara *In vitro* yaitu melalui kultur jaringan tumbuhan yang merupakan suatu upaya untuk membudidayakan tanaman secara *in vitro*. Teknik ini memungkinkan suatu tumbuhan tertentu mampu diproduksi secara massal dalam waktu yang relatif singkat. Dari satu helai daun saja mampu menghasilkan ratusan ribu bahkan jutaan tanaman, selain itu mampu meningkatkan kualitas tanaman tersebut. Bahkan teknik terbaru akan memungkinkan diperolehnya tanaman yang bersifat unggul dengan cara yang spektakuler. Seiring dengan semakin tingginya tingkat kebutuhan manusia, maka teknik budidaya tanaman berkembang semakin pesat. Kultur jaringan merupakan salah satu teknik budidaya tanaman secara vegetatif. Metode kultur jaringan dikembangkan untuk membantu memperbanyak tanaman, khususnya untuk tanaman yang sulit dikembangkan secara generatif. Yang dimaksud dengan kultur jaringan adalah suatu teknik mengisolasi bagian-bagian tanaman (sel, jaringan, organ seperti akar, tunas, atau jaringan tumbuh lainnya) untuk dikultur pada medium budidaya sehingga bagian-bagian tanaman tersebut tumbuh menjadi tanaman utuh (sempurna) secara aseptis (suci hama). Kultur jaringan disebut juga sebagai kultur *in vitro* (dalam gelas) karena teknik budidaya ini dilakukan di dalam tabung inkubasi, botol, cawan petri dari kaca atau material tembus pandang lainnya (Wahidah, 2012: 1).

Upaya penyediaan bahan tanaman secara massal dalam waktu relatif singkat serta bebas hama dan penyakit dapat dilakukan melalui teknik kultur jaringan. Penggunaan teknik ini masih terkendala oleh tingginya biaya bahan kimia khususnya zat pengatur tumbuh (ZPT). Keberhasilan perbanyakan *in vitro* dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya jenis media dasar yang digunakan, aplikasi ZPT yang tepat serta kondisi lingkungan kultur. Aplikasi sitokinin dalam perbanyakan tanaman *in vitro* dapat berasal dari bahan kimia sintetik maupun bahan alami seperti air kelapa. Berbagai bahan alami dapat digunakan sebagai substitusi ZPT di antaranya air kelapa. Air kelapa merupakan bahan alami yang mempunyai aktivitas sitokinin untuk pembelahan sel dan mendorong pembentukan organ (Nadapdap, 2000 Dalam Seswita, 2010: 27).

Penggunaan air kelapa dalam kultur jaringan telah banyak dilakukan selain karena harganya lebih murah, keberadaan air kelapa sangat berlimpah sehingga lebih mudah diperoleh (Sulistiyorini, 2012: 232)

2. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data diperoleh dengan cara pengamatan terhadap komponen pertumbuhan dengan pengukuran secara langsung. Parameter yang diukur yaitu kecepatan pertumbuhan akar, jumlah akar yang tumbuh, tinggi tanaman, jumlah daun yang terbentuk.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksplan steril krisan (*Chrysanthemum morifolium*) yang telah berumur 1 bulan (4 minggu) yang diambil dari Laboratorium Kultur Jaringan UPTD Balai Benih Tanaman

Holtikultura (BBTH), Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura, Bili-Bili, kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Medium MS, air kelapa gading dan kelapa hijau dengan konsentrasi yang berbeda beda yaitu 100 ml/l, 200 ml/l dan 300 ml/l, aquades steril, larutan HCL, agar-agar, gula pasir, larutan stok, alcohol 96% dan 70%, kertas label, aluminium foil dan plastic bening serta karet gelang.

Adapun prosedur kerja berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Pembuatan Media dan Sterilisasi Media

Untuk membuat media sebanyak 1 liter, timbang gula sebanyak 30 g/l dan agar-agar 7 g/l dengan menggunakan timbangan analitik. Pipet stok MS sesuai perlakuan kemudian tambahkan aquades. Setelah itu tambahkan gula kemudian ukur pH larutan media dengan pH meter digital. Untuk mendapatkan pH normal (5.8) tambahkan larutan NaOH. Setelah mendapatkan larutan media dengan pH 5.8, tambahkan agar-agar dan masak larutan media sampai mendidih. Setelah mendidih kemudian diisi dalam botol media kurang lebih 30 ml. Tutup dengan aluminium foil. Media yang sudah siap ini kemudian disterilisasi kembali dalam autoclave sampai tekanannya mencapai 17.5 psi dan tahan selama 15 menit. Setelah itu matikan autoclave.

2. Pembuatan Media Perlakuan

Media kultur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media Murashige dan Skoog (MS) yang ditambahkan dengan air kelapa gading dan kelapa hijau pada volume yang berbeda-beda dengan 3 kali ulangan dan 1 kontrol. Untuk membuat media masing-masing larutan stok dipipet berdasarkan dengan volume yang diperlukan dan memasukkan kedalam labu takar serta menambahkan gula sebanyak 30g/L dilarutkan kedalam gelas piala yang berkapasitas 1000 ml dan agar-agar 7 g/L kemudian dipanaskan dan di aduk hingga tercampur rata. Setelah dipanaskan media lalu dituang kedalam media kultur dengan ketebalan 20 ml lalu botol ditutup menggunakan plastik bening dan karet gelang diikatkan pada leher botol. Selanjutnya media disterilkan menggunakan autoclave pada suhu 121 ° C pada tekanan 17 psi selama 15 menit. Media yang telah di sterilkan disimpan pada tempat yang sesuai beberapa saat sebelum media digunakan dalam penanaman untuk mengetahui ada tidaknya kontaminasi yang terjadi pada media kultur sebelum penanaman eksplan dilakukan.

3. Penanaman eksplan

Penanaman eksplan dilakukan di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* yang telah disterilkan dengan menyemprot alkohol 70 % pada dinding dan ruangan autoclave dan menyalakan sinar UV untuk membunuh semua organisme yang hidup pada area tersebut. Eksplan yang disubkultur merupakan potongan batang satu buku tunggal (*node*) yaitu eksplan batang dengan satu mata tunas aksilar berukuran sekitar 3 cm. Dalam penelitian ini eksplan yang ditanam pada media perlakuan tidak mengikutsertakan pucuk meristem. Eksplan ditanam secara vertikal dengan posisi tidak boleh terbalik. Penanaman eksplan dalam media perlakuan sebanyak satu eksplan setiap botol. Pengamatan pertumbuhan eksplan dilakukan setiap minggu.

4. Pengamatan

Pengamatan penelitian ini dilakukan mulai dari minggu pertama hingga minggu ke 4 setelah dikultur. Pengamatan pertumbuhan eksplan dilakukan setiap hari untuk mengamati kecepatan pertumbuhan akar, jumlah akar yang tumbuh, tinggi tanaman, jumlah daun yang terbentuk.

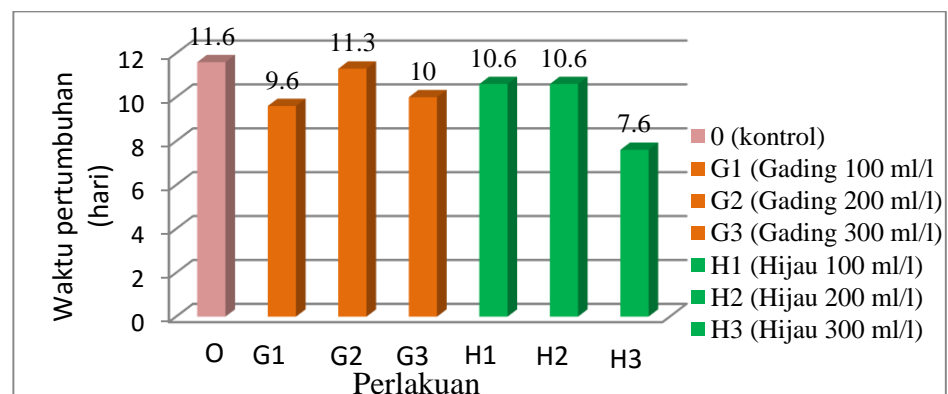
Data diolah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Perlakuan yang diberikan dengan menambahkan 2 jenis air kelapa yaitu air kelapa gading dan air kelapa hijau dengan 7 perlakuan dan ulangan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Lay out penelitian yang diperoleh dari hasil pengacakan dimana setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali ulangan sehingga total botol pada penelitian yaitu sebanyak 21 botol.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

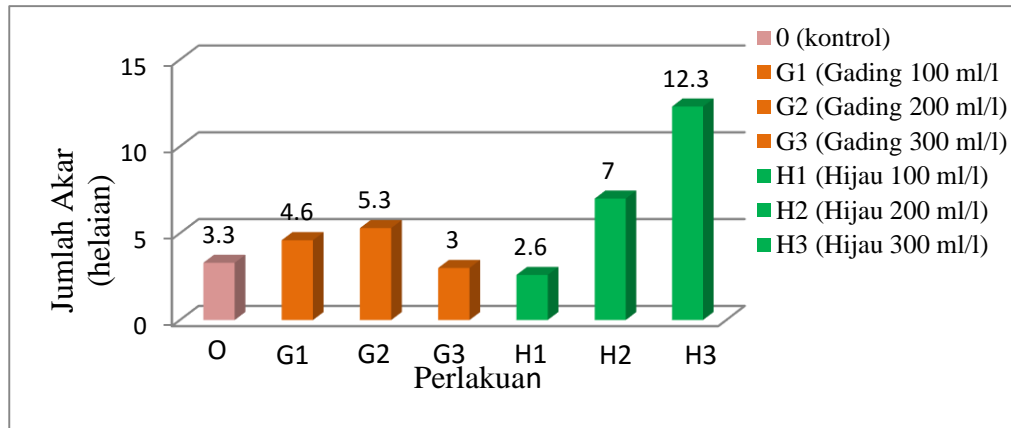
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data berdasarkan parameter yaitu: kecepatan pembentukan akar (hari), jumlah akar yang tumbuh (helai), jumlah daun yang terbentuk (helai) dan pertambahan tinggi (cm) tanaman yang diberi perlakuan penambahan air kelapa gading dan air kelapa hijau dengan berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan eksplan tanaman krisan (*Crhysanthemum morifolium*). Dimana hasil penelitian disajikan dalam bentuk diagram batang.

1. Kecepatan pembentukan akar



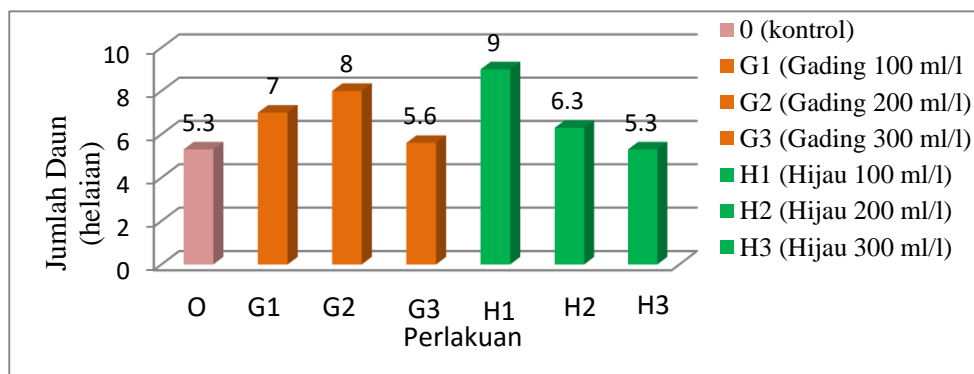
Gambar 1. Rata-rata Kecepatan Pembentukan Akar (Hari) Eksplan Tanaman Krisan (*Chrysanthemum morifolium*) selama 30 hari Setelah Tanam.

2. Jumlah akar yang terbentuk



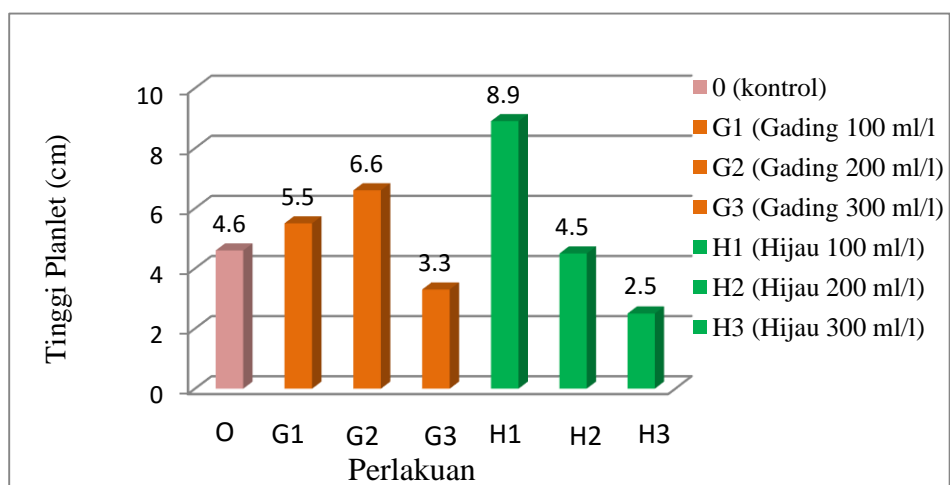
Gambar 2. Rata-rata Jumlah Akar yang tumbuh (Hari) pada eksplan tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) selama 30 hari setelah Tanam.

3. Jumlah daun yang tumbuh



Gambar 3. Rata-rata Jumlah Daun (Helai) yang tumbuh pada eksplan tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) selama 30 Hari Setelah Tanam

4. Tinggi tanaman



Gambar 4. Rata-rata Pertambahan Tinggi eksplan tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) selama 30 hari.

b. Pembahasan

1. Kecepatan pembentukan akar

Kecepatan pembentukan akar tiap perlakuan berbeda antara perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lainnya. Air kelapa hijau perlakuan H3 (penambahan 300 ml/l air kelapa hijau) merupakan perlakuan dimana akar paling cepat terbentuk. Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diberikan kecepatan pembentukan akar semakin cepat, hal ini terlihat pada perlakuan H1 (penambahan 100 ml/l air kelapa hijau) dan H2 (penambahan 200 ml/l air kelapa hijau) akar terbentuk lebih lambat. Sedangkan pada perlakuan penambahan air kelapa gading semakin rendah konsentrasi yang diberikan menunjukkan perlakuan yang tidak berbeda nyata. Pada perlakuan G1 (penambahan 100 ml/l air kelapa gading) menunjukkan akar yang paling cepat tumbuh dibanding perlakuan G2 (penambahan 200 ml/l air kelapa gading) yang pertumbuhannya lebih lambat. Sedangkan O (kontrol) merupakan perlakuan yang menunjukkan kecepatan pembentukan akar yang paling lambat hal ini disebabkan karena pada media tidak ada penambahan air kelapa dimana air kelapa mengandung ZPT alami yang menunjang pertumbuhan tanaman.

2. Jumlah akar yang tumbuh

Jumlah akar yang tumbuh tiap perlakuan berbeda antara perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lainnya. Air kelapa hijau perlakuan H3 (penambahan 300 ml/l air kelapa hijau) merupakan perlakuan dimana jumlah akar yang tumbuh terbanyak. Pada gambar 4.2 pada perlakuan pemberian air kelapa hijau menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diberikan jumlah akar yang terbentuk semakin banyak. Sedangkan pada pemberian air kelapa gading menunjukkan konsentrasi optimum pada perlakuan G2 (penambahan 200 ml/l air kelapa gading) karena pada perlakuan G3 (penambahan 300 ml/l air kelapa gading) mengalami penurunan jumlah akar yang tumbuh.

3. Jumlah daun yang terbentuk

Banyaknya jumlah daun dan jumlah tunas yang muncul juga disebabkan karena kandungan nitrogen (dalam bentuk NH_4^+), magnesium (Mg) dan Mangan (Mn) yang terkandung dalam air kelapa, yang berfungsi sebagai pembentuk organ vegetatif pada tanaman.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun yang terbentuk terbanyak terdapat pada perlakuan H1 (penambahan air kelapa 100 ml/l) yaitu 9 helai sedangkan rata-rata terendah terdapat pada perlakuan H3 (Penambahan air kelapa 300 ml/l) yaitu 5,3 helai

4. Tinggi tanaman

Berdasarkan penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan 100 ml/l air kelapa hijau merupakan konsentrasi optimal dalam menghasilkan tinggi palnet dimana tinggi palnet mencapai rata-rata 8,2 hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Tuhuteru *et al* (2012) menunjukkan bahwa konsentrasi air kelapa 100 ml/l adalah konsentrasi optimum dalam menghasilkan tinggi palnet yang paling baik (Tuhuteru, 2012: 11).

4. KESIMPULAN

Pertumbuhan eksplan tanaman krisan melalui penambahan air kelapa gading menunjukkan adanya peningkatan dari perlakuan G1 ke G2 dan mengalami penurunan pada perlakuan G3 kecuali pada parameter kecepatan pertumbuhan akar. Sedangkan pertumbuhan eksplan tanaman krisan melalui pemberian air kelapa hijau tidak menunjukkan pengaruh yang seragam terhadap semua indikator pertumbuhan. Rata-rata perlakuan yang paling baik pada penambahan air kelapa gading terdapat pada perlakuan G1 dan G2. Sedangkan pada penambahan air kelapa hijau terdapat pada perlakuan H3 pada parameter kecepatan terbentuknya akar dan pada parameter jumlah daun yang terbentuk dan tinggi tanaman terdapat pada perlakuan H1.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Ibunda Baiq Farhatul Wahidah S.Si., M.Si selaku dosen yang membimbing saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Demmassabu, Sofia. “Konsentrasi Paclotrazol dan Pemiskinan Media Pada Pelestarian In Vitro Tanaman Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat)”. Eugenia 17 (2) : 147-156 (Agustus 2011).
- [2] Istianigrum, Putri. Damanhuri. Swoetopo, Lita. “ Pengaruh Generasi Benih Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Krisan (*Chrysanthemum*) Varietas Rhino. Jurnal Produksi Tanaman Vol. 1. No.3, Juli 2013.
- [3] Nadadap, Christmas. (2000) “Penggunaan Pupuk Komersial Air Kelapa Sebagai media Perbanyakan In Vitro Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*L)”. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- [4] Sulistiyorini, Indah. (2012).”penggunaan Air kelapa dan beberapa Auksin untuk multipikasi Tunas dan Perakaran Lada Secara In Vitro”. Buletin RISTRI 3 (3): 231-238
- [5] Tuhuteru, S. M. L. Hehanussa, S.H.T. Raharjo (2012). Pertumbuhan dan perkembangan anggrek (*Dendrobium anosmum*) pada media kultur *in vitro* dengan beberapa konsentrasi air kelapa. Journal of Agrologia, Vol. 1, No. 1, April 2012, Hal. 1-12.
- [6] Wahidah, Baiq Farhathul. 2012. “*Pengenalan Kultur Jaringan*”. Alauddin University Press : Makassar.
- [7] Widiastoety, D., S. Kusumo dan Syafni. 1997. Pengaruh Tingkat Ketuaan Air Kelapa dan Jenis Kelapa Terhadap Pertumbuhan *Plantlet* Anggrek *Dendrobium*. *J. Hort.* 7: 768-772.

JENIS-JENIS POHON PENGHIJAUAN PADA BEBERAPA LOKASI JALAN DI KOTA MAKASSAR

Elis Tambaru¹, Samuel A. Paembonan² dan Resti Ura²

¹). Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin Makassar

²). Program Pascasarjana Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar

Email: eli.tambaru@yahoo.com

ABSTRAK

Penghijauan di Kota Makassar dilakukan untuk menunjang Program Sulawesi Selatan Go Green dengan mengupayakan penanaman berbagai jenis pohon di areal perkotaan untuk mengurangi dampak pemanasan global. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis pohon penghijauan yang tumbuh di sekitar lokasi penelitian Jalan Urip Sumohardjo, Veteran dan Cenderawasi Kota Makassar. Metode penelitian digunakan metode jelajah Cruise Method, data pohon diinventarisasi dan diidentifikasi, analisis data secara deskriptif. Hasil penelitian jenis-jenis pohon yang didapatkan dari ketiga lokasi penelitian terdapat 2 Subdivisio dari Divisio Spermatophyta. Gymnospermae ada 2 Familia (Araucariaceae dan Pinaceae), Angiospermae ada 2 Classis yaitu: Monocotyledoneae (2 Familia: Palmae dan Gramineae) dan Dicotyledoneae (28 Familia). Jumlah total keseluruhan jenis pohon penghijauan yang tumbuh pada ketiga lokasi penelitian yaitu: 69 Species dari 32 Familia. Species pohon terbanyak dari Familia Palmae dan Polong-polongan (Caesalpiniaceae dan Mimosaceae).

Kata Kunci: Pohon, Penghijauan, Kota Makassar

1. PENDAHULUAN

Pembangunan dan perkembangan perekonomian tidak terlepas dari dampak banyaknya penggunaan lahan di perkotaan. Demikian juga dengan pertambahan jumlah penduduk di perkotaan semakin tinggi, sehingga mengakibatkan kebutuhan akan lahan semakin banyak. Lahan tersisa yang akan ditanami semakin sedikit, suhu udara semakin terasa panas, sehingga penghijauan sangat dibutuhkan di perkotaan^[1]. Berbagai kegiatan aktivitas manusia di perkotaan khususnya Kota Makassar seperti adanya kegiatan industri dan transportasi, berdampak pada perubahan komponen siklus air, siklus karbon dan perubahan ekosistem^[3]. Selain itu polusi udara di perkotaan menyebabkan perubahan visibilitas dan daya serap atmosfer terhadap radiasi matahari. Radiasi matahari merupakan salah satu faktor utama menentukan karakteristik iklim suatu daerah. Tingginya tingkat pembangunan di perkotaan sering mengabaikan unsur-unsur alami seperti vegetasi (pohon). Keberadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di perkotaan dengan banyaknya jenis-jenis pohon sangat penting dalam peningkatan kualitas udara perkotaan^[16]. Pada saat ini banyak pohon-pohon di Kota Makassar yang dahulu tumbuh dengan baik, sekarang telah ditebangi dengan alasan mengganggu lalu lintas jalan, pelebaran jalan, instalasi listrik, dan saluran air. Hasil penelitian^[9], bahwa di sekitar Jalan A.P. Pettarani ditumbuhi banyak jenis pohon yaitu 41 Species dari 23 Familia, pohon-pohon tersebut tumbuh dengan rindang di kanan, kiri dan tengah ruas jalan, sehingga udara di sekitarnya terasa

sejuk. Banyaknya pohon-pohon yang ditebangi dapat menyebabkan terjadinya erosi tanah, banjir, polusi udara, dan berkurangnya keanekaragaman hayati di perkotaan. Kajian mengenai penataan RTH sangat menarik untuk dikaji secara mendalam, karena berkaitan dengan kualitas lingkungan. Pohon penghijauan berperan penting pada penyerapan karbon dioksida (CO₂) dan menghasilkan oksigen (O₂) untuk proses fotosintesis [8]. Penanaman pohon penghijauan di perkotaan tidak asal tanam, tetapi perlu diperhatikan jenis tanamannya, karena ada jenis pohon mengeluarkan senyawa fenolik yang menghambat pertumbuhan tanaman di sekitarnya [6-5]. Selain adanya senyawa penghambat, juga ada jenis pohon yang banyak menggugurkan daun dan menghasilkan bunga, sehingga menyebabkan tubuh terasa gatal [9]. Berdasarkan permasalahan di atas, maka dilakukan penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis pohon penghijauan yang dapat tumbuh di sekitar lokasi penelitian Jalan Urip Sumohardjo, Veteran dan Cenderawasi Kota Makassar, sebagai data informasi untuk pengembangan Ruang Terbuka Hijau.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan mengenai jenis-jenis pohon di Kota Makassar yang telah dilakukan [9], lokasi pengambilan sampel penelitian yaitu: di sekitar Jalan Urip Sumohardjo, Veteran dan Cenderawasi Kota Makassar. Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini: berbagai jenis pohon. Alkohol 70 %, meteran, kamera, gunting, kompas, loupe, haga meter, kantong sampel, parang, galah, tali rafia, label, dan alat tulis menulis. Metode penelitian dengan cara pengambilan sampel pohon dengan metode jelajah *Cruise Method* dan pengambilan sampel data penelitian yaitu mencatat semua jenis pohon yang tumbuh pada lokasi penelitian. Sampel jenis pohon yang diteliti diinventarisasi dan diidentifikasi, analisis data secara deskriptif selanjutnya ditabulasi berdasarkan Familia dan Species, referensi digunakan [1-12-15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh jumlah keseluruhan Familia dan Species pohon yang tumbuh di sekitar Jalan Urip Sumohardjo yaitu: 29 Familia dan 56 Species. Kelompok Familia yang mempunyai banyak Species pohon yaitu: Familia Palmae ada 5 Species (*Wodyetia bifurcata* Irvine; *Roystonea regia* (H.B.K.) O.F.Cook.; *Cocos nucifera* L.; *Borassus flabellifer* L.; dan *Elaeis guineensis* Jacq.); Familia Mimosaceae ada 5 Species (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.; *Phitecellobium dulce* Bth. ; *Adenanthera microsperma* T. & B.; *Acacia auriculiformis* A.Cunn.ex Bth.; dan *Leucaena glauca* Bth.); Familia Caesalpiniaceae ada 4 Species (*Cassia siamea* Lmk.; *Bauhinia acuminata* L.; *Delonix regia* Raf.; dan *Tamarindus indica* L); dan Familia Sapindaceae ada 4 Species (*Filicium decipiens* (Wight&Arn.) Thwaites.; *Pometia pinnata* J.R. & G. Forst.; *Euphoria longan* (Lour.) Steud.; dan *Nephelium lappaceum* L.). Jenis pohon dapat dilihat pada sepanjang jalur kanan, kiri dan tengah jalan. Selain di jalur jalan, pohon juga ada yang tumbuh di halaman perkantoran, tempat ibadah, sekolah, rumah penduduk, dan ruko di sekitar Jalan Urip Sumohardjo Makassar. Species pohon yang tumbuh di sekitar Jalan Veteran keseluruhan ada 21 Familia

dan 34 Species pohon. Jumlah Familia terbanyak Speciesnya adalah: Familia Mimosaceae (4 Species yaitu: *Samanea saman* (Jacq.) Merr.; *Phitecellobium dulce* Bth.; *Acacia auriculiformis* A.Cunn.ex Bth.; dan *Leucaena glauca* Bth.); Familia Palmae (4 Species yaitu: *Roystonea regia* (H.B.K.) O.F.Cook.; *Areca cathecu* L.; *Pinanga sp.*; dan *Cocos nucifera* L.). Familia Sapindaceae (3 Species yaitu: *Filicium decipiens* (Wight&Arn.) Thwaites.; *Euphoria longan* (Lour.) Steud.; dan *Nephelium lappaceum* L.).

Tabel 1. Jenis-jenis Pohon Penghijauan yang Tumbuh di Sekitar Jalan Urip Sumohardjo, Veteran dan Cenderawasi Kota Makassar

NO.	FAMILIA/ NAMA ILMIAH	NAMA INDONESIA	LOKASI		
			I	II	III
1.	Anacardiaceae: - <i>Mangifera indica</i> L. - <i>Lannea coromandelica</i> (Houtt.) Merr. - <i>Anacardium occidentale</i> L.	Mangga Kayu Jawa Jambu Monyet/Mete	+	-	-
2.	Annonaceae: - <i>Polyalthia longifolia</i> Bent & Hook.f. - <i>P. longifolia</i> var. pendula. - <i>Canangium odoratum</i> Baill. - <i>Annona muricata</i> L.	Glodokan Pohon Glodokan Tiang Kenanga Sirsak	+	-	-
3.	Apocynaceae: - <i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	Pulai	+	-	-
4.	Araucariaceae: - <i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco.	Cemara Norfolk	+	-	+
5.	Bignoniaceae: - <i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Ketcrutan	+	-	-
6.	Bombacaceae: - <i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	Kapuk Randu	+	-	-
7.	Caesalpiniaceae: - <i>Cassia siamea</i> Lmk. - <i>Bauhinia acuminata</i> L. - <i>Delonix regia</i> Raf. - <i>Tamarindus indica</i> L	Johar Bunga Kupu-kupu Flamboyant Asam Jawa	+	-	+
8.	Caprifoliaceae: - <i>Sambucus javanica</i> Bl.	Sambukus	+	-	-
9.	Casuarinaceae: - <i>Casuarina equisetifolia</i> L. - <i>Casuarina sp.</i>	Cemara Laut Cemara	+	-	+
10.	Combretaceae: - <i>Terminalia catappa</i> L.	Ketapang	+	+	+
11.	Cupressaceae: - <i>Thuja orientalis</i> L	Cemara Kipas	+	+	+
12.	Ebenaceae: - <i>Diospyros celebica</i> Back.	Kayu Hitam	+	-	-
13.	Flacourtiaceae: - <i>Flacourtia inermis</i> Roxb.	Lobi-lobi	-	-	+

14.	Gramineae: - <i>Bambusa vulgaris</i> Schard. ex.Wendl.var. vitata A.Riviere - <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	Bambu Hias Jepang Bambu Kuning	+	-	+
15.	Lauraceae: - <i>Persea americana</i> Mill.	Alpukat	-	+	+
16.	Malvaceae: - <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Waru	+	-	+
17.	Mimosaceae: - <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr. - <i>Phitecellobium dulce</i> Bth. - <i>Adenantha microsperma</i> T. & B. - <i>Acacia auriculiformis</i> A.Cunn.ex Bth. - <i>Leucaena glauca</i> Bth.	Ki Hujan Asam Keranji Saga Pohon Akasia Daun Kecil Lamtoro	+	+	+
18.	Meliaceae: - <i>Swietenia macrophylla</i> King.	Mahoni	+	+	+
19.	Moraceae: - <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lmk. - <i>A. altis</i> (Park.) Fosberg. - <i>Ficus benyamina</i> L. - <i>F. elastica</i> Nois. ex Bl.	Nangka Sukun Beringin Karet	+	+	-
20.	Moringaceae: - <i>Moringa oleifera</i> Lamk.	Kelor	+	+	-
21.	Myrtaceae: - <i>Eugenia aquea</i> Burm.f. - <i>Psidium guajava</i> L. - <i>Eugenia malaccensis</i> L.	Jambu Air Jambu Biji Jambu Bol	+	+	+
22.	Nyctaginaceae: - <i>Pisonia alba</i> Span.	Kol Banda	-	+	-
23.	Oxalidaceae: - <i>Averrhoa bilimbi</i> L. - <i>A. carambola</i> L.	Belimbing Sayur Belimbing Buah	+	+	+
24.	Palmae: - <i>Wodyetia bifurcata</i> Irvine. - <i>Livistona sinensis</i> Griff. - <i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O.F.Cook. - <i>Areca cathecu</i> L. - <i>Pinanga</i> sp. - <i>Cocos nucifera</i> L. - <i>Borassus flabellifer</i> L. - <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palem Ekor Tupai Palem Kipas Palem Raja Pinang Pinang Hias Kelapa Lontara/Tala Kelapa Sawit	+	-	+
25.	Papilionaceae: - <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. - <i>Erythrina crista-galli</i> L.	Angsana Dadap Merah	+	+	+
26.	Pinaceae: - <i>Pinus merkusii</i> Junght&de Vriese	Pinus	+	-	-
27.	Sapindaceae: - <i>Filicium decipiens</i> (Wight&Arn.) Thwaites - <i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst. - <i>Euphoria longan</i> (Lour.) Steud. - <i>Nephelium lappaceum</i> L.	Kerey Payung Matoa Klengkeng Rambutan	+	+	-

28.	Sapotaceae:				
	- <i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Sawo Knito	-	-	+
	- <i>Achras zapota</i> L.	Sawo Manila	-	-	+
	- <i>Mimusops elengi</i> L.	Tanjung	+	+	+
29.	Sonneratiaceae:				
	- <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Eng.	Padada	+	-	-
30.	Sterculiaceae:				
	- <i>Melochia umbellata</i> Stapf.	Paliasa Putih	+	-	-
	- <i>Kleinhovia hospita</i> L.	Paliasa	+	+	+
31.	Tiliaceae:				
	- <i>Muntingia calabura</i> L.	Kersen	+	+	+
32.	Verbenaceae:				
	- <i>Gmelina eliptica</i> J.E. Smith.	Jati Putih	+	-	-
	- <i>Vitex copassus</i> Reinw.	Bitti	+	+	+

Keterangan: Lokasi I Sekitar Jalan Urip Sumohardjo; Jumlah Familia = 29 dan Species Pohon= 57.

Lokasi II Sekitar Jalan Veteran; Jumlah Familia = 21 dan Species Pohon =34.

Lokasi III Sekitar Jalan Cenderawasi ; Jumlah Familia= 24 dan Species Pohon= 43.

(+) Ada Jenis Pohon yang Tumbuh (-) Tidak Ada Jenis Pohon yang Tumbuh

Pada lokasi Jalan Cenderawasi jumlah Familia dan Species pohon yang dijumpai tumbuh adalah 24 Familia dan 34 Species pohon. Kelompok Familia terbanyak Species pohonnya pada Familia Palmae (5 Species yaitu: *Wodyetia bifurcata* Irvine.; *Roystonea regia* (H.B.K.) O.F.Cook.; *Pinanga sp.*; *Cocos nucifera* L.; dan *Elaeis guineensis* Jacq.); Familia Caesalpiniaceae (3 Species yaitu: *Cassia siamea* Lmk.; *Bauhinia acuminata* L.; dan *Delonix regia* Raf.); Familia Sapotaceae (3 Species yaitu: *Chrysophyllum cainito* L.; *Achras zapota* L. dan *Mimusops elengi* L.); Familia Moraceae (3 Species yaitu: *Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg.; *Ficus benyamina* L. dan *F. elastica* Nois. ex Bl.). Hasil penelitian jenis-jenis pohon penghijauan yang tumbuh pada ketiga lokasi penelitian setelah diinventarisasi dan diidentifikasi ditemukan Divisio Spermatophyta dengan 2 (dua) Subdivisio yaitu: Gymnospermae (Familia Araucariaceae dan Pinaceae) dan Subdivisio Angiospermae memiliki 2 (dua) Classis yaitu: Monocotyledoneae (Familia Palmae dan Gramineae) dan Dicotyledoneae terdapat 28 Familia. Keseluruhan pohon penghijauan yang tumbuh ada 69 Species dari 32 Familia, dapat dilihat pada Tabel 1.

Pemerintah Kota Makassar telah mengupayakan langka-langka dalam pengendalian pencemaran udara dengan cara melakukan penghijauan minimal 10 % dari luas areal tanah yang dimiliki baik pada daerah perkantoran, hotel, sekolah, tempat ibadah, daerah industri, dan permukiman penduduk. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pemilihan jenis-jenis pohon penghijauan untuk mendukung program “Go Green” serta melestarikan keanekaragaman hayati jenis pohon yang tumbuh di Kota Makassar. Vegetasi dari berbagai jenis pohon penghijauan dapat berperan dalam mengurangi tingginya CO₂ di udara perkotaan, CO₂ berperan penting sebagai bahan baku fotosintesis [2-14]. Meskipun CO₂ sangat dibutuhkan untuk fotosintesis, tetapi jika melampaui ambang batas udara bersih di atas 318 ppm [4-13], dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penanaman jenis pohon penghijauan di perkotaan perlu diperhatikan karakteristik morfologi dan anatomi dari daunnya antar lain: tahan terhadap polutan dengan

lapisan permukaan daun licin mengkilap atau berbulu ^[10] dan pertumbuhan tanaman cepat ^[7].

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jenis pohon penghijauan yang tumbuh di sekitar Jalan Urip Sumohardjo Makassar sebanyak 29 Familia dan 57 Species, jumlah terbanyak jenisnya dari Familia Palmae dan Mimosaceae. Jumlah pohon penghijauan di sekitar Jalan Veteran Makassar ada 21 Familia dan 34 Species, jumlah terbanyak jenisnya pada Familia Mimosaceae dan Palmae. Jenis pohon penghijauan di sekitar Jalan Cenderawasi Makassar sebanyak 24 Familia dan 43 Species, jumlah jenis pohon terbanyak pada Familia Palmae dan Caesalpiniaceae. Jenis pohon penghijauan dari ketiga lokasi penelitian terdapat 2 Subdivisio dari Divisio Spermatophyta. Subdivisio Gymnospermae ada 2 Familia (Araucariaceae dan Pinaceae), Subdivisio Angiospermae ada 2 Classis yaitu: Monocotyledoneae (2 Familia: Palmae dan Gramineae) dan Dicotyledoneae (28 Familia). Jumlah total keseluruhan jenis pohon penghijauan yang tumbuh pada ketiga lokasi penelitian yaitu: 69 Species dari 32 Familia. Species pohon terbanyak dari Familia Palmae dan Polong-polongan (Familia Caesalpiniaceae dan Mimosaceae).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dasuki, U.A., 1991. Sistematik Tumbuhan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bidang Ilmu Hayati Institut Teknologi Bandung, 272 hal.
- [2] Dolman, A.J., A. Verhagen and C.A. Rovers, 2003. Global Environmental Change and Land Use. Kluwer Academic Publishers Dordrecht/ Boston/ London.
- [3] Grey, G. and F. Deneke, 1978. Urban Forestry. Copy Editing was Supervised by Eugene Patty, 279 pp.
- [4] Larcher, W., 1995. Physiological Plant Ecology Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Third Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Printed in Berlin, 506 pp.
- [5] Lodhi, M.A.K., 1976. Role of Allelopathy as Expressed by Dominating Trees in Lowland Forest in Controlin the Productivity and Pattern of Herbaceous Growth. Amer.J.Bot. 63 (1): 1-8.
- [6] Rice, E.L., 1984. Allelopathy. Academic Press Inc. London.
- [7] Paembonan, S.A., 2010. Peranan Hutan dalam Mengurangi Emisi Gas Karbon Dioksida. Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar, hal.1-21.

- [8] Salisbury, F.B. and C.W. Ross, 1992. Plant Physiology. Wardsworth Publishing Company Belmont California, 682 pp.
- [9] Tambaru, E., S.A. Paembonan, D. Sanusi, dan A. Umar, 2011. Keanekaragaman Jenis-jenis Pohon pada Hutan Kota di Kota Makassar. Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan. Volume 2 No.3, Maret 2011. ISSN: 2086-4604, hal. 39-49.
- [10] Tambaru, E. A.I. Latunra dan S. Suhadiyah, 2014. Keanekaragaman Morfologi Pohon dan Stomata daun untuk Mengabsorpsi Karbon Dioksida di Hutan Kota UNHAS Tamalanrea Makassar. Prosiding Semnas Biodiversitas di UNS Solo. Vol.2 No. 2/Februari 2014. ISSN: 2337-506X, hal. 34-37.
- [11] Tambaru, E. A.I. Latunra dan S. Suhadiyah, 2013. Peranan Morfologi dan Tipe Stomata Daun dalam Mengabsorpsi Karbon Dioksida pada Pohon Hutan Kota UNHAS Makassar. Simposium Nasional HKBAI Makassar, ISBN: 978-979-530-132-5, hal. 12-17.
- [12] Tjitrosoepomo, G., 1990. Morfologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 256 hal.
- [13] Wardhana, W.A., 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi, Yogyakarta, 459 hal.
- [14] Watanabe, Y., H. Tobita, M. Kitao, Y. Maruyama, D. Choi, K. Sasa, R. Funaada, and T. Koike, 2008. Effects of Elevated CO₂ and Nitrogen on Wood Structure Related to Water Transport in Seedling of Two Deciduous Broad-leaved Tree Species Springer-Verlag. *Trees* 22, 403-411.
- [15] Van Steenis, C.G.G.J., 2005. Flora. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [16] Zhao, M., Z.K., F.J. Escobedo and J. Gao, 2009. Impacts of Urban Forests on Offsetting Carbon Emissions from Industrial Energy Use in Hangzhou, China. Elsevier Ltd. All rights reserved. *Journal of Environmental Management* 91: 807-813.

Analisis Frekuensi Penyebaran Serbuksari Pohon Donor Eboni Provenansi *Lasitae* berdasarkan Marka Mikrosatelit

Jihan Nanda¹, Muhammad Restu², Gusmiaty², Siti Halimah Larekeng²

¹Mahasiswa S1 Fakultas Kehutanan Unhas

² Staf Pengajar Lab. Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas

Jl. Perintis Kemerdekaan Makassar, Indonesia 90245

Corresponding author: ima82.biotek.fahutan@gmail.com

ABSTRAK

Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) merupakan pohon endemik Sulawesi yang memiliki tampilan indah serta memiliki nilai artistik. Kebutuhan kayu eboni yang tidak diimbangi dengan peningkatan budidaya menyebabkan populasi eboni mengalami penurunan sehingga terjadi kawin kerabat. Jika hal ini berlanjut maka dapat menyebabkan penurunan keragaman genetik sehingga diperlukan studi mengenai penyebaran serbuk sari Eboni. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi penyebaran serbuk sari dari pohon donor dalam proses penyerbukan eboni. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga November 2015 di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Sampel yang digunakan berupa daun pohon Eboni sebanyak 58 sampel dari Hutan Lindung Amaro provenansi *Lasitae*, Kabupaten Barru. Sebanyak empat primer mikrosatelit digunakan untuk menganalisis frekuensi penyebaran serbuk sari pohon donor. Hasil penelitian menunjukkan lokus 1430 (DC588341) adalah primer yang menghasilkan jumlah alel dan nilai PIC paling tinggi. Frekuensi penyebaran serbuk sari dari pohon donor Eboni berkisar dua hingga lima kali pada pohon resipien.

Kata kunci : *Eboni*, marka SSR, frekuensi penyerbukan, Provenansi *Lasitae*

1. PENDAHULUAN

Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) atau yang lebih dikenal dengan sebutan kayu hitam merupakan jenis endemik Sulawesi. Jenis ini disebut kayu mewah (*fancy wood*) sehingga banyak digunakan untuk pembuatan meubel, finis mewah, patung, ukir-ukiran, alat-alat untuk dekorasi dan juga untuk konstruksi bangunan. Populasi kayu eboni saat ini telah mengalami penurunan populasi sehingga menyebabkan kecenderungan terjadinya kawin sekerabat (*inbreeding*) sehingga semakin memperkecil atau mempersempit basis genetik eboni.

Penyebaran serbuk sari dapat dipelajari dengan metode pewarnaan serbuk sari atau menggunakan marka molekuler. Marka yang digunakan dalam analisis penyebaran serbuk sari adalah marka SSR pada tanaman *Hymenaea courbaril*. Marka SSR (*Simple Sequence Repeat*) mempunyai keunggulan yaitu bersifat kodominan, polimorfismenya tinggi, lokus tersebar di dalam genom dalam jumlah banyak dan sampel DNA yang dibutuhkan sedikit karena dalam melakukan deteksi menggunakan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang dapat menggandakan DNA (Loweet. al. 2004; Semagnet. al. 2006).

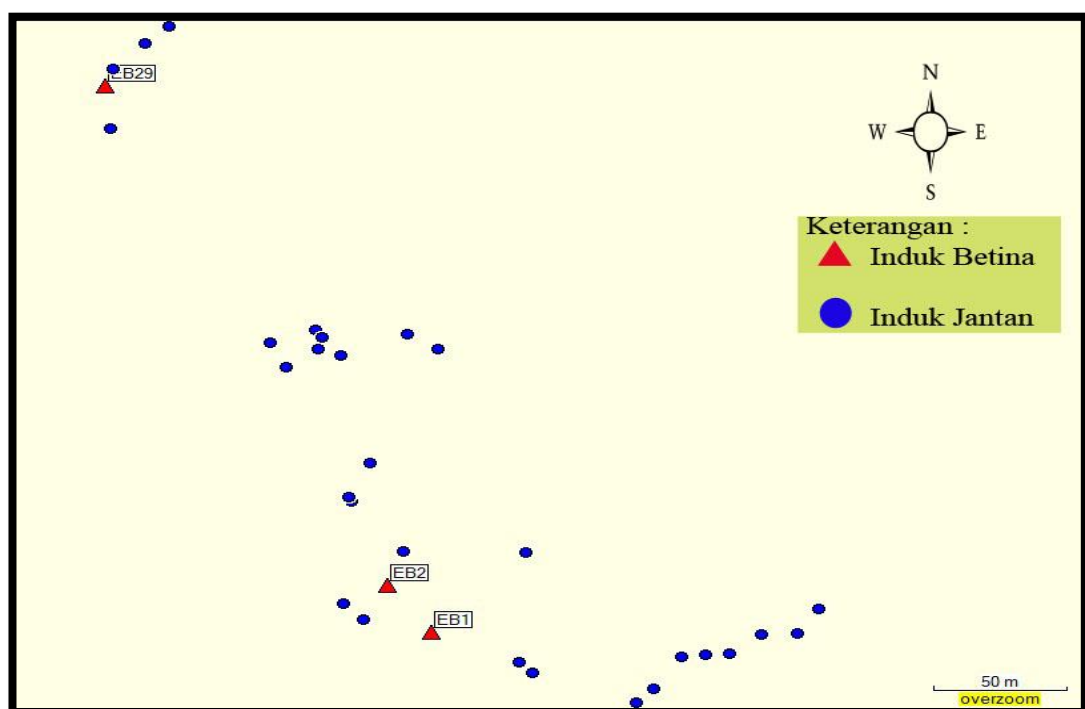
Belum diketahuinya pola penyerbukan eboni dalam populasi khususnya frekuensi pola donor dalam penyerbukan menjadi dasar dalam melakukan penelitian tentang frekuensi pohon donor dalam penyerbukan pohon eboni yang bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis frekuensi penyerbukan dari pohon

donor serbuk sari pada pohon induk betina yang menerima donor serbuk sari. Kegunaan penelitian ini dapat memberikan informasi dasar genomik dan molekuler dalam upaya pemuliaan tanaman eboni berdasarkan konsep konservasi sumber daya genetik dimasa akan datang.

2. METODE PENELITIAN

Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2015. Lokasi pengambilan sampel untuk dijadikan populasi penelitian terletak di Kawasan Hutan Lindung Amaro berada di Kompleks Hutan Lasitae, Kabupaten Barru. Peta persebaran pohon dilapang dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian molekuler dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas.



Gambar 1. Peta persebaran pohon sampel eboni provenans hutan Lasitae Kab. Barru.

Proses Penentuan Pohon Sampel dan Pemilihan Tetua

Penentuan pohon sampel di lokasi penelitian dilakukan dengan menentukan satu pohon pertama yang dijadikan acuan untuk menentukan pohon berikutnya. Pohon sampel yang dijadikan sebagai kandidat pohon induk diberikan nomor dan ditentukan posisi koordinatnya menggunakan GPS Garmin 62S untuk keperluan pemetaan dan penentuan pohon induk betina yang dianalisis. Kegiatan identifikasi dilakukan dalam bentuk pengamatan lapang di hutan Lasitae Desa Coppo Kecamatan Barru. Total jumlah sampel pohon yang diambil dalam populasi eboni sebanyak 32 pohon sampel.

Proses Pengambilan Sampel Pohon Eboni

Populasi yang digunakan dalam analisis pola donor polen sebanyak 3 pohon yang dijadikan sebagai kandidat pohon induk betina. Induk betina yang terpilih diambil anaknya sebanyak 2 - 6 anakan yang paling terdekat atau maksimal 2 m dari pohon induk betina. Pohon yang berada di sekitar pohon induk betina dijadikan sebagai calon induk jantan atau dijadikan donor serbuk sari. Jumlah daun yang diambil pada setiap pohon sampel yaitu masing – masing 5 helai daun. Progeni anakan eboni dan daun eboni digunakan untuk bahan isolasi DNA.

Isolasi DNA dan metode PCR

Isolasi DNA dilakukan dengan cara, daun dari setiap pohon dan anakan diambil selanjutnya dipotong – potong kurang lebih sepanjang 10 cm. Sampel daun disimpan di dalam freezer -20°C setelah berada di laboratorium dan siap dilakukan isolasi DNA. Isolasi DNA menggunakan CTAB mengikuti metode Sambrook and Russel (2001) dengan modifikasi (Larekeng *et al.* 2015).

Analisis *Simple Sequence Repeat* dilakukan dengan amplifikasi PCR menggunakan mesin PCR Sensoquest dan PCR kit kappa 2G fast dengan jumlah reaksi 25 µl. Primer *forward* dan *reverse* untuk satu reaksi sebanyak 1,25 µl ditambahkan ke dalam mix PCR. DNA *working solution* sebanyak 2 µl disiapkan. Tahapan PCR dimulai dengan denaturasi awal 94°C selama 1 menit, untuk tahap denaturasi digunakan suhu 94°C dengan waktu 15 detik, tahap annealing 51 - 55°C selama 50 detik (suhu yang berbeda untuk setiap primer), tahap elongasi 72 °C selama 1 detik, dan dilakukan pengulangan siklus-siklus tersebut sebanyak 35 kali. Tahap elongasi terakhir pada suhu 72 °C selama 15 menit. Hasil PCR bisa disimpan pada suhu 4 °C atau -21 °C untuk pemakaian dalam jangka waktu yang lama. Produk PCR dikonfirmasi dengan gel agarose 1% dalam buffer TBE 0.5X pada tegangan 80 V selama 30 menit yang dielektroforesis dengan Max Fill.

Produk PCR dipisahkan dengan elektroforesis gel SFR (*Superfine Agarose Gel*) dan menggunakan Buffer TAE 0,5x pada tegangan 150V selama 1 jam (Brody dan Kern 2004). Primer SSR yang polimorfik dicobakan pada seluruh sampel, rujukan primer berdasarkan tanaman dari genus *Diospyros* pada penelitian Lianget. *al.* 2015).

Analisis Data

Identifikasi donor serbuk sari dilakukan dengan menganalisis genotipe progeni versus seluruh induk jantan yang dievaluasi. Semua induk jantan dan induk betinanya dievaluasi dan berpotensi sebagai donor serbuk sari. Analisis molekuler menggunakan software CERVUS *analysis parentage program* komputer Cervus 2.0 (Marshall, 2001). Hasil Cervus diperoleh data alel frekuensi, PIC, heterozigositas, homozigositas. Data simulasi dan data analisis tetua, akan diperoleh kandidat tetua dengan lambang (*): artinya tingkat keberhasilan 95%, (+): tingkat keberhasilan 80%, dan (-): tingkat keberhasilan < 80%.

Data genotipe progeni yang telah diketahui induk betinanya dibandingkan dengan data pohon dewasa yang berpotensi menjadi kandidat tetua jantan.

Identitas induk jantan diketahui berdasarkan metode *all parent with plus* LOD (*Likelihood of Distances*). LOD merupakan batas uji yang secara spesifik menyatakan apakah analit di atas atau di bawah nilai tertentu. Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk menentukan identitas induk jantan berdasarkan nilai LOD tertinggi. Induk jantan yang teridentifikasi sama dengan induk betinanya diasumsikan terjadi penyerbukan sendiri. Jika induk betina yang teridentifikasi berbeda dengan induk jantan maka diasumsikan terjadi penyerbukan silang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

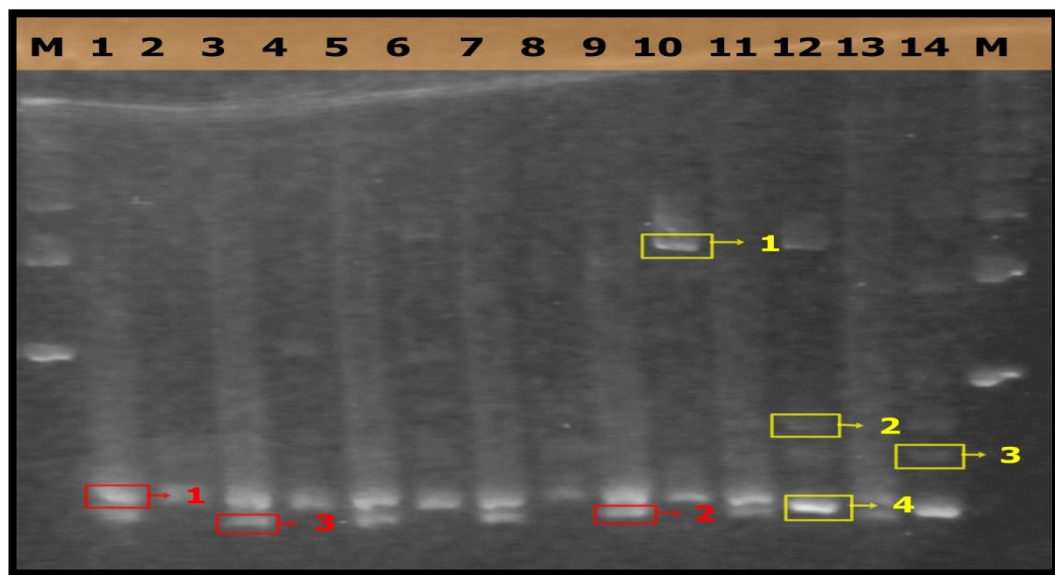
Genotyping Tetua dan Progeni

Pohon eboni dewasa yang dianalisis sebanyak 32 pohon dan dipilih 3 pohon sebagai induk betina dan sekaligus dijadikan sebagai calon tetua jantan dalam analisis *parentage*. Analisis molekuler menggunakan marka SSR menunjukkan bahwa empat marka SSR yang diuji mampu menghasilkan pita alel polimorfik yang dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil amplifikasi PCR dengan menggunakan pasangan primer lokus 1430 (DC588341) dan 9004 (DC591297) dengan alel yang polimorfik pada populasi eboni provenansi *Lasitae* dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Lokus SSR yang digunakan untuk analisis *pollen* eboni provenansi *Lasitae* (Liang *et al.* 2015)

No	Nama lokus	Motif pengulangan	Urutan primer (5'-3')	Tm (°C)	Ukuran alel (bp)
1	1430 DC588341	(GAG)5	F: TCA GTA AAG CTG CGG GCA TC R: ACG GTT CTC CTG ATC CTC ACG	56	190 – 250
8	8917 DC591591	(AT)10	F: ACA CGT TCA GTA CCA GGA GGG A R: AGT ACC ACA AAC CAC CAG TGG	55	166 – 197
9	9004 DC591297	(GCAGGA)3	F: GCC ACA AAC TTC ACA GAG GAC C R: AGG CGA GTG CGA GTA AGA CGA A	55	251 – 272
16	ssrDK29 DQ097497	(CCTTT)8	F: ATCATGAGATCAGAGCCGTC R: CACGTTAACGTTACGGAACA	53	112 – 152

Jumlah heterozigositas yang tertinggi terdapat pada primer 1430 (DC588341) yaitu 56 dengan 4 alel. Jumlah homozigositas yang tertinggi terdapat pada primer ssrDK29 (DQ097497) yaitu 53 dengan 3 alel. Tingginya jumlah heterozigositas mengindikasikan sampel yang dianalisis menggunakan marka SSR sangat bervariasi dalam suatu populasi, dalam hal ini pada populasi provenansi *Lasitae*. Primer 1430 (DC588341) yang mencapai nilai heterozigositas tinggi dapat direkomendasikan untuk penggunaan analisis keragaman genetik, berbeda dengan ssrDK29 (DQ097497) yang hanya mampu membedakan nilai heterozigositas dengan 5 genotipe.



Gambar 2. Elektroforesis potongan DNA hasil amplifikasi PCR menunjukkan variasi skoring alel untuk masing-masing individu yang dievaluasi menggunakan marka SSR pada lokus 1430 (DC588341) dengan tanda berwarna kuning dan 9004 (DC591297) dengan tanda berwarna merah. Kolom M: penanda DNA (100 bp DNA ladder). Posisi 1-4 (berwarna kuning) menunjukkan variasi alel pada lokus 1430 (DC588341) dan posisi 1-3 (berwarna merah) menunjukkan variasi alel pada lokus 9004 (DC591297)

Tabel 2. Jumlah alel dan individu, individu heterozigositas dan homozigositas, heterozigositas observasi (O) dan ekspektasi (E) serta kandungan informasi polimorfis (PIC) pada 4 lokus marka molekuler populasi eboni.

Nama lokus	Jumlah alel	Jumlah Individu	Jumlah		Heterozigositas		PIC
			Heterozigositas	Homozigositas	Ho	He	
1430 DC588341	4	58	56	2	0.966	0.681	0.622
8917 DC591591	4	58	18	40	0.310	0.279	0.262
9004 DC591297	4	58	13	45	0.224	0.207	0.196
ssrDK29 DQ097497	3	58	5	53	0.086	0.582	0.513

Keterangan: PIC = *Polymorphic Information Content*, Ho = *Observed heterozygosity*, He = *Expected heterozygosity*

Marka SSR yang dievaluasi mempunyai jumlah alel per lokus antara 2 – 4 alel. Hasil analisis populasi eboni provenansi Lasitae memberikan nilai PIC rata-rata semua lokus 0,3983 dengan marka molekuler SSR. Perbedaan nilai PIC antar lokus marka SSR salah satunya disebabkan oleh perbedaan jumlah alel per lokus yang diamati pada populasi yang diuji. Meskipun sejumlah lokus hanya mempunyai PIC 0.1 -0.6 dapat dilihat pada Tabel 2, rata-rata nilai PIC untuk semua lokus mencapai 0,3983 sehingga seluruh marka molekulernya dapat digunakan secara efektif untuk melakukan analisis *parentage* pada populasi eboni pada umumnya. Sistem perkawinan pada tanaman dapat diketahui melalui analisis pola

penyebaran serbuk sari dengan menggunakan marka SSR dan SNAP (Larekeng 2015).

Hasil analisis populasi eboni provenansi Lasitae memberikan nilai PIC rata-rata semua lokus 0,3983 dengan marka molekuler SSR. Rataan nilai PIC ini menunjukkan bahwa primer SSR yang digunakan cukup informatif untuk mendeteksi kestabilan genetik karena berada pada kelas $> 0,25$ yaitu sedang, sehingga dapat digunakan secara efektif untuk melakukan analisis *parentage* pada populasi eboni pada umumnya. Nilai PIC berkisar antara 0 dan 1 dimana semakin mendekati 1 maka semakin informatif marka tersebut yang berarti semakin efektif untuk membedakan antar individu. Botstein *et al.* (1980) menggolongkan nilai PIC dalam tiga kelas yaitu PIC $> 0,5$ sangat informatif, $0,25 < 0,5$ sedang atau cukup, dan PIC $< 0,25$ memiliki nilai informatif yang rendah.

Rata – rata nilai PIC jenis eboni yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dari nilai PIC 0,5818 (Millah, dkk. 2010) pada tanaman jati. Penelitian Ajambang *et al.* (2012) dan Solin (2014) yang memperoleh nilai PIC masing-masing sebesar 0,60 dan 0,51.

Nilai Heterozigositas dari primer yang digunakan mencapai 0,3 yang artinya variasi genetiknya rendah, hal ini sesuai dengan Na'iem (2000) yang menyatakan nilai Heterozigositas yang lebih kecil dari 0,3 tergolong rendah. Rendahnya jumlah lokus yang ditemukan merupakan salah satu penyebab rendahnya nilai Heterozigositas dan PIC, karena jumlah lokus yang dipelajari masih sedikit dan alelnya cenderung homozigot.

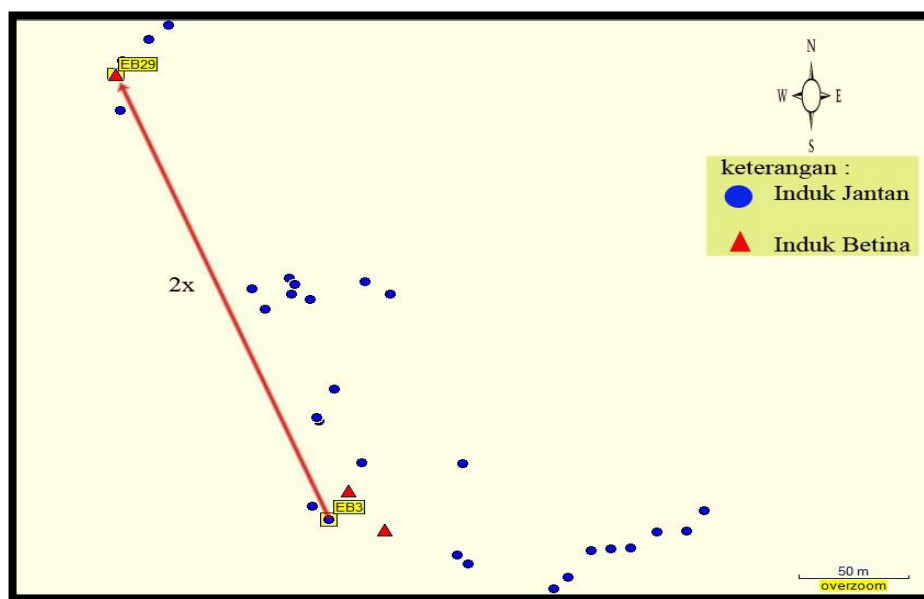
Rendahnya keragaman genetik eboni di Provenansi Lasitae dapat disebabkan karena terjadinya perubahan populasi sebagai akibat dari aktivitas pemanfaatan pohon dewasa untuk keperluan kayu pertukangan. Whitten, dkk. (1987) mengemukakan bahwa pemanenan kayu eboni tidak hanya merusak ekosistem hutan dan lingkungannya, tetapi juga menyebabkan berkurangnya populasi alami, penurunan populasi juga diikuti dengan penurunan potensi tegakan.

Identifikasi Kandidat Tetua Jantan

Hasil analisis penentuan tetua telah diperoleh kandidat tetua dengan simbol (*) terdapat tiga individu atau 27,3 % artinya bahwa *success rate* untuk level *confidence* diatas 95% diyakini sebagai tetua jantan, simbol (+) ada tujuh individu atau 63,6% artinya bahwa *success rate* untuk level *confidence* $> 80\%$ diyakini sebagai tetua jantan, dan simbol (-) hanya ada satu individu atau 9% artinya bahwa *success rate* untuk level *confidence* $< 80\%$ juga diyakini sebagai tetua jantan walaupun tingkat kepercayaannya dibawah 80% karena seluruh nilai LOD menunjukkan tidak terdapat nilai negatif, sehingga simbol (-) diyakini sebagai jantan walaupun tingkat kepercayaan dibawah 80 %. Nilai peluang kemungkinan atau LOD (*likelihood of distances*) menunjukkan nilai lebih besar dari nol dan positif, nilai LOD positif lebih mengindikasikan bahwa tetua jantan yang diduga adalah benar. Semakin besar nilai LOD maka semakin besar peluang tetua tersebut merupakan tetua yang sebenarnya (Marshall *et al.* 1998).

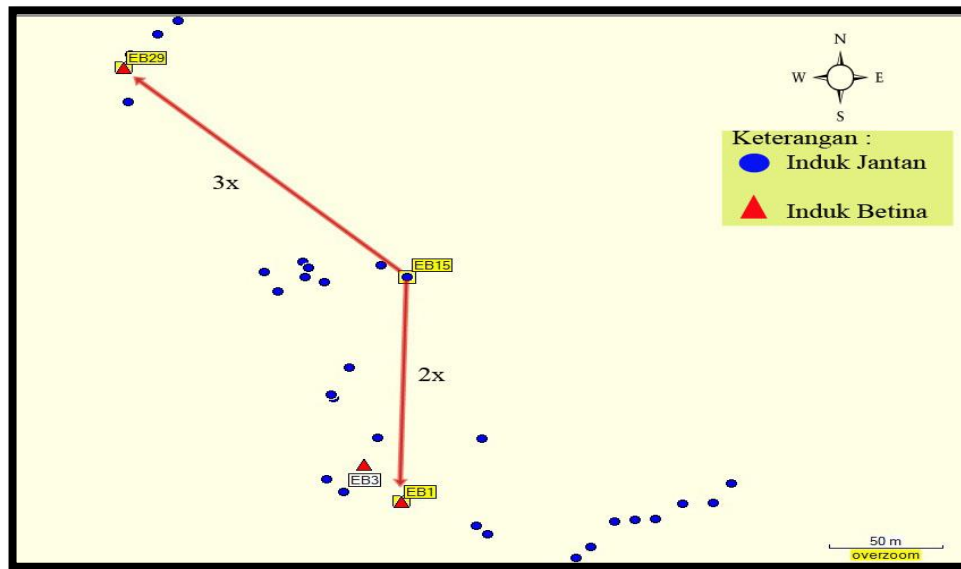
Analisis Pola Persebaran Serbuk Sari Eboni

Analisis pola tipe penyerbukan dari tetua jantan yang sudah ditentukan terhadap induk betina yang di donor, posisi tetua jantan sebagai pendonor serbuk sari ke induk betina yang menerima donor serbuk sari di plotkan di peta menggunakan titik koordinat pada GPS. Jarak persebaran serbuk sari dari tetua jantan ke induk betina yang dievaluasi berkisar antara 0 – 268 m. Contoh gambar posisi tetua jantan yang sudah ditentukan terhadap induk betina resipien dapat dilihat pada Gambar 3, 4, 5 dan 6. Beberapa pola tipe penyerbukan dari tetua jantan yang telah ditentukan terhadap induk betina memperlihatkan bahwa pohon yang menerima donor serbuk sari memiliki jarak yang cukup jauh dari pohon yang memberikan donor serbuk sari.



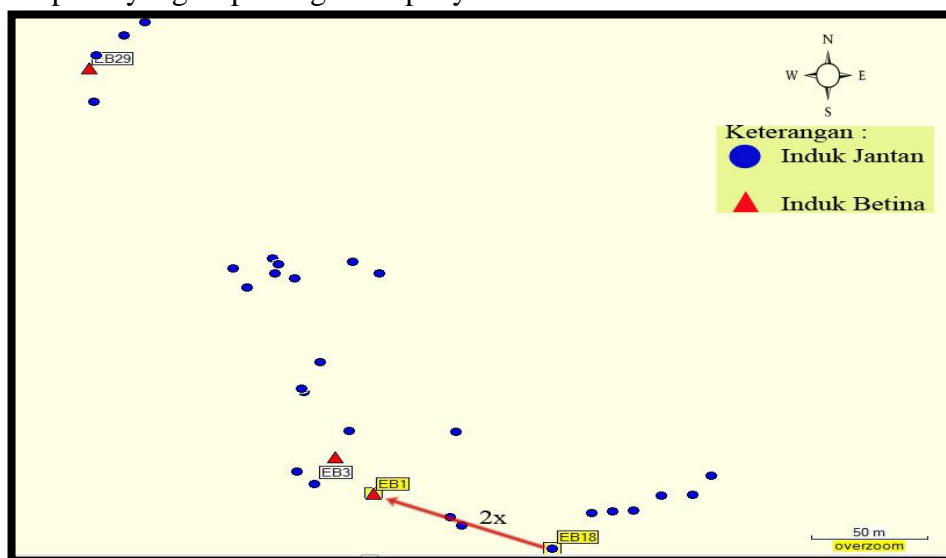
Gambar 3. Analisis Pola Frekuensi Persebaran Polen Pohon Eboni Provenans Lasitae EB3

Gambar 3 menunjukkan bahwa frekuensi penyerbukan yang terjadi oleh induk jantan EB3 pada induk betina EB29 dengan jarak 268 m sebanyak 2x. Dengan jarak yang cukup jauh itu tidak mungkin terjadinya penyerbukan secara langsung melainkan melalui perantara hewan seperti lebah yang membawa serbuk sari dari pohon satu ke pohon lainnya yang bisa saja membawa jauh dari tempatnya mendapatkan serbuk sari.



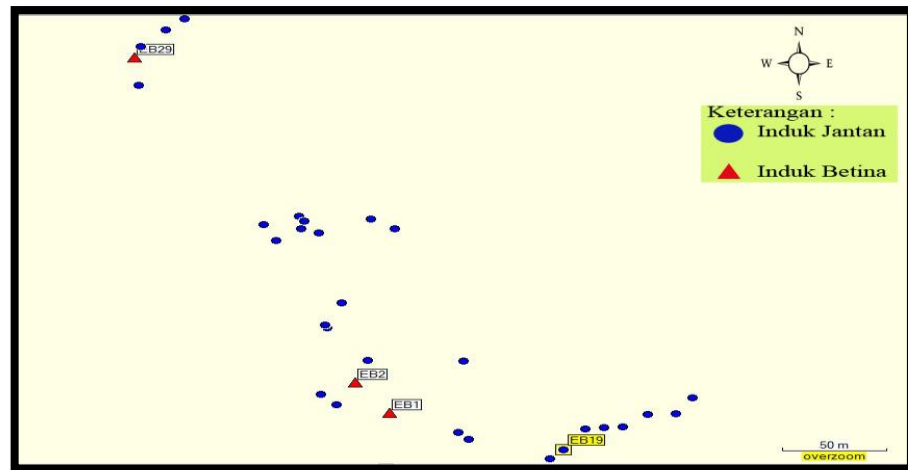
Gambar 4. Analisis Pola Frekuensi Persebaran Polen Pohon Eboni EB15 Provenans Lasitae

Gambar 4 menunjukkan bahwa frekuensi penyerbukan yang terjadi oleh induk jantan EB15 pada induk betina EB29 dengan jarak 176 m sebanyak 3x dan induk betina EB1 dengan jarak 84 m sebanyak 2x. Dengan jarak yang cukup jauh itu tidak mungkin terjadinya penyerbukan secara langsung melainkan melalui perantara hewan seperti lebah yang membawa serbuk sari dari pohon satu ke pohon lainnya yang bisa saja membawa jauh dari tempatnya mendapatkan serbuk sari, namun pada pohon EB1 bisa juga melalui perantara angin karena perbedaan ketinggian pohon pendonor yang lebih tinggi dibandingkan pohon penerima serbuk sari sehingga angin yang bertiup dari arah yang lebih tinggi menerbangkan serbuk sari ke arah yang lebih rendah dan memungkinkan serbuk sari jatuh di kepala putik yang siap mengalami penyerbukan.



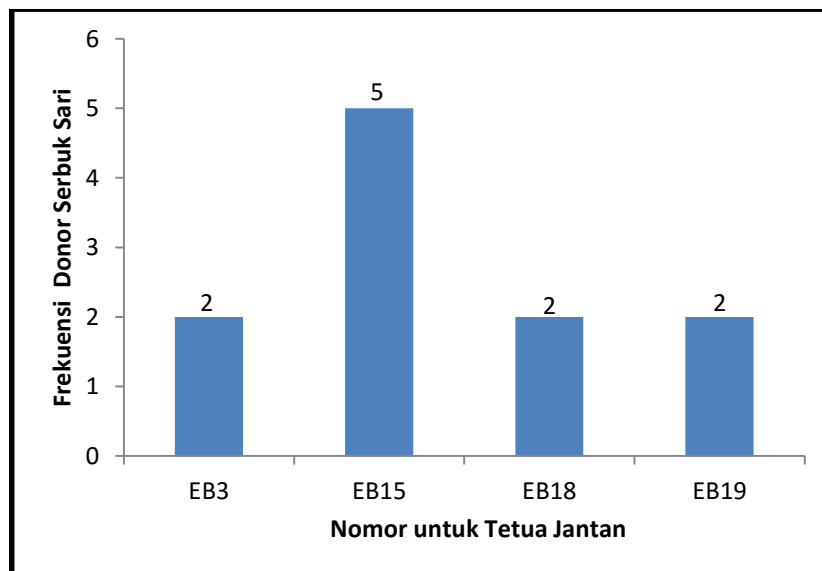
Gambar 5. Analisis Pola Frekuensi Persebaran Polen Pohon Eboni EB18 Provenans Lasitae

Gambar 5 menunjukkan bahwa frekuensi penyerbukan yang terjadi oleh induk jantan EB18 pada induk betina EB1 dengan jarak 84 m sebanyak 2x. Dengan jarak yang cukup jauh itu tidak mungkin terjadinya penyerbukan secara langsung melainkan melalui perantara hewan seperti lebah yang membawa serbuk sari dari pohon satu ke pohon lainnya yang bisa saja membawa jauh dari tempatnya mendapatkan serbuk sari.



Gambar 6. Analisis Pola Frekuensi Persebaran Polen Pohon Eboni EB19 Provenans Lasitae

Gambar 6 menunjukkan bahwa frekuensi penyerbukan yang terjadi oleh induk jantan EB19 pada pohon itu sendiri dengan jarak 0 m sebanyak 2x. Dengan jarak yang dekat ini dapat disimpulkan bahwa pohon EB19 melakukan penyerbukan sendiri atau *selfing*.



Gambar 7. Frekuensi donor serbuk sari yang diterima oleh induk betina dari nomor tetua jantan yang berbeda eboni Provenans lasitae.

Diagram batang jumlah induk betina penerima donor dari tetua jantan terpilih pada populasi eboni yang diuji menunjukkan bahwa peran polinator dapat meningkatkan jumlah serbuk sari yang menyerbuki betina. Gambar 7 terlihat bahwa tetua jantan yang mendonorkan serbuk sari terbanyak terdapat pada pohon EB15 dimana frekuensi serbuk sari yang bisa di donorkan sebanyak 5 kali pada 2 induk betina yang berbeda dengan jarak yang cukup jauh menunjukkan bahwa peran polinator cukup penting dalam tingginya frekuensi serbuk sari yang didonorkan.

Beberapa pola penyerbukan pada pohon induk eboni ditunjukkan pada Gambar 3,4,5 dan 6. Pola penyerbukan yang terjadi menunjukkan bahwa terdapat satu tetua jantan yang memiliki frekuensi penyerbukan terbanyak yaitu lima kali. Jarak antar pohon memberikan pengaruh terhadap frekuensi penyerbukan, sehingga terdapat pola penyerbukan pada pohon induk yang memperlihatkan bahwa dari tiga induk betina yang telah dievaluasi terdapat dua induk betina yang menerima donor serbuk sari dari tetua jantan yang sama walaupun frekuensi penyerbukannya berbeda. Tetua jantan EB15 diduga mengalami pembungaan yang lebih cepat dibanding tetua jantan yang lainnya membuat frekuensi kunjungan polinator seperti lebah lebih banyak sehingga frekuensi penyerbukan yang dilakukan oleh tetua jantan EB15 lebih banyak. Soerianegara (1967) yang menyatakan bahwa waktu berbunga dan berbuah dalam satu pohon terjadi secara tak terpola misalnya dalam satu pohon dapat dijumpai bunga yang baru mulai keluar bersamaan dengan buah yang sudah masak fisiologis.

Penelitian ini memperlihatkan bahwa frekuensi penyerbukan yang terjadi bervariasi antara 2 - 5 kali penyerbukan dengan 2 - 5 serbuk sari yang didonorkan. Penelitian Larekeng (2015) pada tanaman kelapa kopyor di Lampung Selatan menunjukkan terjadinya polinasi yang terdapat 2 - 8 serbuk sari yang dapat di donorkan oleh satu tetua jantan dengan frekuensi tertinggi sebanyak 11 kali dengan 2 serbuk sari.

Jarak penyerbukan terjauh yang diperoleh pada kisaran 268 m. Sedangkan jarak yang terendah adalah 0 m atau penyerbukan sendiri. Penyerbukan paling banyak terjadi dalam rentang jarak 133m – 176m terdapat pada tetua jantan EB15 yang melakukan penyerbukan terhadap EB 29 sebanyak 3x dengan jarak 176m dan EB1 sebanyak 2x dengan jarak 133m. Penyerbukan dengan jarak yang dekat diduga dibantu oleh angin sedangkan jarak yang jauh dibantu oleh serangga (Boer, 2007). Penelitian Allo (2015) menyatakan bahwa berdasarkan keadaan topografi eboni provenansi Lasitae, memungkinkan bagi bunga eboni diterbangkan oleh polinator sejauh 269 m. Ottewell *et al.* (2012) mengemukakan bahwa jarak penyebaran polen pada tanaman *Oenocarpus bataua* maksimal 2363 m dengan pollinator serangga. Jarak antar pohon memberikan pengaruh terhadap frekuensi penyerbukan, jarak yang paling dekat (0-10 m) memiliki persentase kontribusi serbuk sari yang paling tinggi. Penyerbukan dapat terjadi dengan bantuan angin, sehingga tinggi pohon pendonor serbuk sari yang lebih tinggi dibanding pohon penerima serbuk sari dapat mengakibatkan jarak penyerbukan serbuk sari bisa lebih jauh. Faktor polinator biologi memiliki peran lebih banyak dalam penyerbukan dimana polinator lebah mampu membawa serbuk sari lebih jauh dibandingkan angin (Boer 2007).

4. KESIMPULAN

1. Analisis molekuler menggunakan marka SSR menunjukkan bahwa empat marka SSR yang diuji mampu menghasilkan pita alel polimorfik sehingga seluruh marka molekulernya dapat digunakan secara efektif untuk melakukan analisis *parentage*.
2. Frekuensi penyerbukan yang terjadi pada pohon eboni di Provenansi Lasitae menunjukkan adanya variasi antara 2 – 5 kali penyerbukan. Jarak dan peran polinator menjadi faktor terjadinya variasi penyerbukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allo, J. R. (2015) Analisis Proporsi Penyerbukan Silang dan Penyerbukan Sendiri Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) Di Provenansi Lasitae Kabupaten Barru. Skripsi Mahasiswa Fakultas Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar
- [2] Boer, D. (2007) Keragaman dan struktur genetik populasi jati Sulawesi Tenggara berdasarkan marka mikrosatelit [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [3] Larekeng, Siti Halimah (2015) Analisis Penyebaran Serbuk Sari Kelapa Kopyor Pati dan Kalianda Menggunakan Marka SSR dan SNAP Sebagai Penunjang Program Pemuliaan Tanaman. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor.
- [4] Liang, Y, Han W, Sun P, Liang J, Wuyun T, Li F. and Jianmin F. (2015) Genetic diversity among germplasms of *Diospyros kaki* based on SSR markers. *Scientia Horticulturae*.
- [4] Lowe A, Harris S, and Asthon P. (2004) *Ecological Genetics*. London (UK): Blackwell Publishing.
- [5] Marshall TC. (2001) *Cervus Ver. 2.0*. University of Edinburgh, UK.
- [6] Na'iem, M. (2000) Training Course On Basic Forest Genetic : Characteristic of Forest Genetic Variation. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta: 9-10
- [7] Ottewell K, Grey E, Castillo F and Karubian J. (2012) The pollen dispersal kernel and mating system of an insect-pollinated tropical palm, *Oenocarpus bataua*. *Heredity* (109) : 332 – 339.
- [8] Semagn K, Bjornstad A, and Ndjiondjop MN. (2006) An overview of molecular marker methods for plants. *African J Biotech*.

Analisis Jarak Penyebaran Serbuk Sari Eboni Provenansi Lasitae berdasarkan Penanda Mikrosatelit

Rilya Bumbuk¹, Muhammad Restu², Gusmiaty², Siti Halimah Larekeng²

¹Mahasiswa S1 Fakultas Kehutanan Unhas

²Lab. Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas

Jl. Perintis Kemerdekaan Makassar, Indonesia 90245

Corresponding author: ima82.biotek.fahutan@gmail.com

ABSTRAK

Eksplorasi Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) yang merupakan tumbuhan endemik pada hutan alam di pulau Sulawesi menyebabkan populasi kayu eboni masuk dalam kategori langka. Populasi eboni yang rendah dapat menyebabkan terjadinya kawin sekerabat sehingga menurunkan keragaman genetiknya sehingga diperlukan studi mengenai penyebaran serbuk sari Eboni. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak penyebaran serbuk sari pada tegakan eboni. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2015 di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Sampel yang digunakan berupa daun Pohon Eboni sebanyak 58 sampel dari Hutan Lindung Amaro provenansi Lasitae, Kabupaten Barru. Empat primer mikrosatelit digunakan untuk menganalisis jarak penyebaran serbuk sari pohon donor. Hasil penelitian menunjukkan jumlah alel dan Nilai PIC tertinggi di hasilkan dari satu primer yang sama yaitu primer 1430 (DC588341). Berdasarkan hasil analisis menggunakan perangkat lunak Map Source, jarak penyebaran serbuk sari pohon donor (induk jantan) ke pohon resipien (induk betina) berkisar antara 0 m (penyerbukan selfing) hingga 268 m.

Kata Kunci : Ebony, Marka SSR, Jarak Penyerbukan, Analisis Cervus, Map Source

1. PENDAHULUAN

Eboni adalah termasuk famili Ebenaceae, merupakan tumbuhan endemik pada hutan alam di Pulau Sulawesi dan merupakan jenis tanaman kayu hutan yang bernilai ekonomi tinggi. Pengambilan dan eksploitasi yang berlebihan, menyebabkan populasinya mulai berkurang sehingga jenis ini sudah termasuk dalam kategori langka. Populasi eboni yang rendah dapat memengaruhi terjadinya kawin sekerabat yang dapat memperkecil keragaman genetiknya. Tingginya penyerbukan sendiri memerlukan perhatian tentang proses sumber serbuk sari dalam suatu populasi. Organisme mempunyai potensi untuk menurunkan informasi genetik yang dimilikinya ke keturunannya melalui pertukaran gamet dan hal ini akan menghasilkan rekombinasi baru.

Karakterisasi genetik yang akurat menggunakan penanda molekuler, yaitu teknik menganalisis genetik dan telah diaplikasikan secara luas dalam program pemuliaan. Mikrosatelit atau *Simple Sequence Repeats* (SSR) merupakan salah satu penanda genetik molekuler yang didasarkan pada urutan DNA pendek, tiap unit ulangnya terdiri dari satu sampai enam nukleotida. Lokus mikrosatelit diapit oleh suatu urutan nukleotida yang terkonservasi,

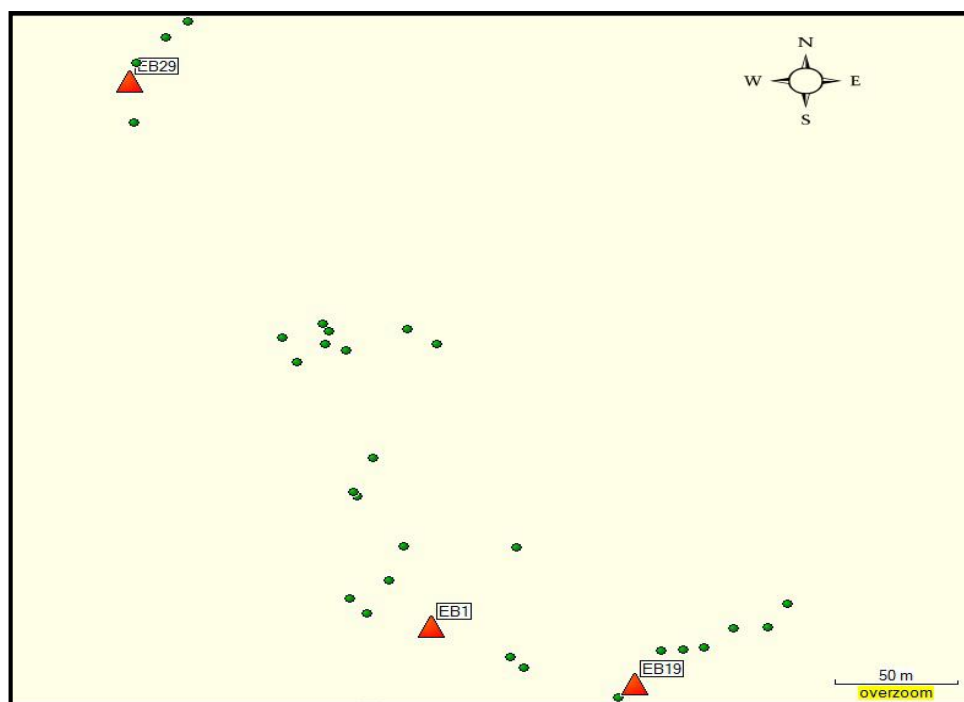
sehingga urutan DNA pengapit dapat dijadikan primer spesifik yang bisa diamplifikasi menggunakan PCR (Treuren, 2000).

Aliran penyebaran serbuk sari dan seberapa jarak penyerbukannya akan mempengaruhi keragaman genetik suatu jenis. Penelitian jarak penyerbukan pada tegakan eboni belum pernah dilakukan sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jarak penyerbukan tegakan eboni dengan pertukaran serbuk sari dapat dianalisis menggunakan pananda mikrosatelit. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jarak penyerbukan dari induk jantan eboni ke pohon induk betina. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi dasar genomik untuk pengembangan pemuliaan pohon eboni dalam melakukan konservasi.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian berlangsung dari bulan Oktober sampai Desember 2015. Pengambilan sampel di Hutan Lindung Amaro yang merupakan bagian dari kompleks Hutan Lasitae, Kabupaten Barru. Secara administrasi termasuk dalam Desa Coppo, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Hutan Lindung Amaro mempunyai ketinggian berkisar 78 – 156 meter dpl dengan lokasi GPS $S04^{\circ} 26' 38.0''$ $E119^{\circ} 38' 92.0''$. Penelitian molekuler dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas.



Gambar 1. Peta Persebaran Pohon Sampel Eboni provenans Hutan Lasitae Kab. Barru

Keterangan: ▲ Induk Betina, ● Induk Jantan

Proses Penentuan Pohon Sampel dan Pemilihan Tetua

Penyebaran pohon eboni yang berada di hutan lindung Amaro hidup secara berkelompok, yang mempunyai kerapatan tinggi pada tiap kelompok.

Memiliki diameter yang bervariasi sekitar 15 cm sampai 26 cm dan mempunyai tinggi sekitar 20 m ke atas. Penentuan pohon di lokasi yaitu menentukan satu pohon pertama secara acak untuk dijadikan acuan pada penentuan pohon lainnya. Pohon yang dijadikan sebagai kandidat selanjutnya diberi label dan dicatat posisi koordinatnya menggunakan GPS Garmin 62S untuk keperluan pemetaan dan penentuan pohon induk betina yang di analisis. Kegiatan identifikasi dilakukan dalam bentuk pengamatan lapang di hutan Lasitae Desa Coppo Kecamatan Barru. Total jumlah sampel pohon yang diambil dalam populasi eboni sebanyak 32 pohon sampel.

Proses Pengambilan Sampel Tanaman Eboni

Pohon sampling yang digunakan dalam analisis pola penyebaran serbuk sari sebanyak 3 pohon dewasa sebagai induk betina berdasarkan sebaran dari pohon di lokasi penelitian. Induk betina EB1 dengan jumlah anakan yang di ambil yaitu empat batang, EB19 dengan jumlah anakan yang diambil yaitu dua batang dan EB29 dengan jumlah anakan yang diambil yaitu lima batang. Perbedaan jumlah anakan yang diambil karena pada saat pengambilan sampel anakan eboni sudah mulai berkurang. Pengambilan anakan dengan cara di cabut yang paling terdekat atau maksimal 2 m dari pohon induk betina. Pohon yang berada di sekitar pohon induk betina dijadikan sebagai calon induk jantan atau dijadikan donor serbuk sari. Jumlah daun yang diambil pada setiap pohon sampel yaitu masing – masing 5 helai daun. Progeni anakan eboni dan daun eboni digunakan untuk bahan isolasi DNA.

Isolasi DNA eboni

Daun yang berasal dari pohon dan anakan diambil kemudian dipotong-potong kurang lebih sepanjang 10 cm dan dibungkus aluminium foil. Sampel daun disimpan di dalam freezer -20 °C setelah berada di laboratorium dan siap dilakukan isolasi DNA terdapat pada lampiran 2. DNA diisolasi menggunakan CTAB mengikuti metode Sambrook and Russel (2001) dengan modifikasi (Larekeng *et al.*, 2015).

Analisis Simple Sequence Repeat (SSR)

Amplifikasi PCR menggunakan mesin PCR Sensoquest dan PCR kit kapa 2G fast dengan total reaksi 25 µl. Primer *forward* dan *reverse* untuk satu reaksi sebanyak 1,25 µl ditambahkan ke dalam mix PCR. DNA *working solution* sebanyak 2µl disiapkan. Tahapan PCR dimulai dengan denaturasi awal 94 °C selama 1 menit, tahap denaturasi 94 °C selama 15 detik, tahap annealing 51 - 55 °C selama 50 detik (suhu yang berbeda untuk tiap primer), tahap elongasi 72 °C selama 1 detik, dan dilakukan pengulangan siklus-siklus tersebut sebanyak 35 kali. Tahap elongasi terakhir pada suhu 72 °C selama 15 menit. Hasil PCR bisa disimpan pada suhu 4 °C atau -21 °C untuk pemakaian dalam jangka waktu yang lama. Produk PCR dikonfirmasi dengan gel agarose 2% dalam buffer TBE 0.5X pada tegangan 80 V selama 30 menit yang dielektroforesis dengan Max Fill terdapat pada Lampiran 2.

Produk PCR dipisahkan dengan elektroforesis gel SFR (*Super Fine Resolution*) dan menggunakan Buffer TAE 0,5x pada tegangan 150V selama 1 jam (Brody dan Kern 2004).

Analisis Data

Identifikasi donor serbuk sari dilakukan dengan menganalisis genotipe progeni versus seluruh induk jantan yang dievaluasi. Semua induk jantan atau induk betinanya dievaluasi dan berpotensi sebagai donor serbuk sari. Analisis molekuler menggunakan software *CERVUS analysis parentage* program komputer Cervus 2.0. Hasil Cervus diperoleh data alel frekuensi, PIC, heterozigositas, homozigositas, simulasi dan analisis tetua. Data analisis tetua akan diperoleh kandidat tetua dengan lambang (*): artinya tingkat kepercayaan 95%, (+): tingkat kepercayaan 80%, dan (-): tingkat kepercayaan < 80% (Marshall, 1998).

Data genotipe progeni yang telah diketahui induk betinanya dibandingkan dengan data pohon dewasa yang berpotensi menjadi tetua jantan (kandidat tetua jantan). Identitas induk jantan diketahui berdasarkan metode *all parent with plus LOD (Likelihood Of Distance.)* Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk menentukan identitas induk jantan berdasarkan nilai LOD tertinggi. Pengukuran jarak penyebaran serbuk sari diukur dengan menggunakan program *Map Source*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

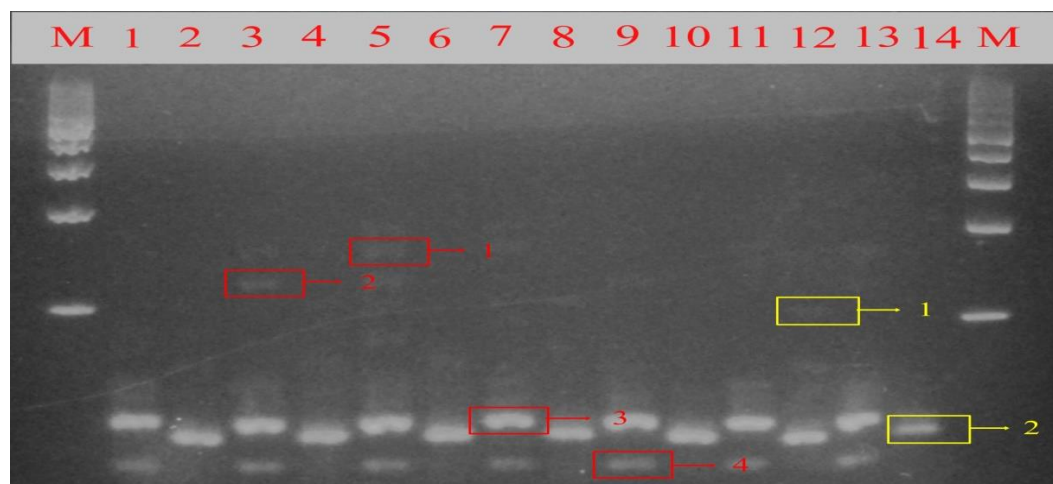
Genotyping Tetua dan Progeni

Pohon eboni dewasa yang dianalisis sebanyak 32 pohon dan dipilih tiga pohon sebagai induk betina dan sekaligus dijadikan sebagai calon tetua jantan dalam analisis *parentage*. Analisis molekuler menggunakan marka SSR menunjukkan bahwa empat marka SSR yang diuji mampu menghasilkan pita alel polimorfik terlihat pada Tabel 1. Hasil amplifikasi PCR dengan menggunakan pasangan primer lokus 8917 (DC591591) dan *ssrDK29* (DQ097497) dengan alel yang polimorfik pada populasi eboni provenansi Lasitae dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Lokus SSR yang digunakan untuk analisis *pollen* eboni provenansi Lasitae (Liang *et al.* 2015)

No	Nama lokus	Motif p e n g u l a n g a n	Urutan primer (5'-3')	Tm	Ukuran

1	1430 DC588341	(GAG)5	F: TCA GTA AAG CTG CGG GCA TC R: ACG GTT CTC CTG ATC CTC ACG	56	190 –250
8	8917 DC591591	(AT)10	F: ACA CGT TCA GTA CCA GGA GGG A R: AGT ACC ACA AAC CAC CAG TGG	55	166 –197
9	9004 DC591297	(GCAGGA)3	F: GCC ACA AAC TTC ACA GAG GAC C R: AGG CGA GTG CGA GTA AGA CGA A	55	251 –272
16	ssrDK29 DQ097497	(CCTTT)8	F: ATCATGAGATCAGAGCCGTC R: CACGTTAACGTTACGGAACA	53	112 –152



Gambar 2. Elektroforegram potongan DNA hasil amplifikasi PCR menunjukkan variasi skoring alel untuk masing-masing individu yang dievaluasi menggunakan marka SSR pada lokus 8917 (DC591591) dengan tanda berwarna merah dan ssrDK29 (DQ097497) dengan tanda berwarna kuning. Kolom nomor ganjil untuk sampel dengan lokus 8917, kolom nomor genap untuk sampel dengan lokus ssrDK29. Kolom M: penanda DNA (100 bp *DNA ladder*). Posisi 1-4 (berwarna merah) lokus 8917 (DC591591) dan posisi 1-2 (berwarna kuning) lokus ssrDK29 (DQ097497) menunjukkan variasi alel.

Hasil analisis populasi eboni provenansi Lasitae memberikan nilai PIC semua lokus berkisar 0.398 dengan marka molekuler SSR. Perbedaan nilai PIC antar lokus marka SSR salah satunya disebabkan oleh perbedaan jumlah alel perlokus yang diamati pada populasi yang diuji. Jumlah lokus mempunyai PIC 0.1 - 0.6 terlihat pada Tabel 5.2, rata-rata nilai PIC untuk semua lokus 0,3982 menunjukkan bahwa seluruh marka molekulernya dapat digunakan secara efektif untuk melakukan analisis *parentage* pada populasi eboni. Sistem perkawinan pada tanaman dapat diketahui melalui analisis pola penyebaran serbuk sari dengan menggunakan marka SSR dan SNAP (Larekeng, 2015).

Tabel 2. Jumlah alel dan individu, individu heterozigositas dan homozigositas, heterozigositas observasi (O) dan ekspektasi (E) serta kandungan informasi polimorfis (PIC) pada 4 lokus marka molekuler populasi eboni.

Nama lokus	Jumlah alel	Jumlah Individu	Jumlah				PIC
			Heterozigositas	Homozigositas	Ho	He	
1430 DC588341	4	58	56	2	0.966	0.681	0.622
8917 DC591591	4	58	18	40	0.310	0.279	0.262
9004 DC591297	4	58	13	45	0.224	0.207	0.196
ssrDK29 DQ097497	3	58	5	53	0.086	0.582	0.513

Keterangan: PIC = *Polymorphic Information Content*, Ho = *Observed heterozygosity*, He = *Expected heterozygosity*

Jumlah heterozigositas yang tertinggi terdapat pada primer 1430 (DC588341) yaitu 56 dengan jumlah empat alel. Jumlah homozigositas yang tertinggi terdapat pada primer ssrDK29 (DQ097497) yaitu 53 dengan jumlah tiga alel. Tingginya jumlah heterozigositas mengindikasikan sampel yang di analisis menggunakan marka SSR sangat bervariasi dalam suatu populasi, dalam hal ini pada populasi provenansi Lasitae. Primer 1430 (DC588341) menghasilkan nilai heterozigositas tinggi yaitu 0.681 sehingga direkomendasikan untuk digunakan untuk analisis keragaman genetik.

Nilai PIC pada lokus-lokus dengan menggunakan marka SSR menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokus-lokus dengan marka SNP. Nilai PIC merupakan ukuran polimorfisme antar genotipe dalam suatu lokus yang menggunakan informasi jumlah alel (Sajib *et al.* 2012). Hasil analisis populasi eboni provenansi Lasitae memberikan nilai PIC rata-rata semua lokus 0,3983 dengan marka molekuler SSR. Rataan nilai PIC ini menunjukkan bahwa primer SSR yang digunakan cukup informatif untuk mendeteksi kestabilan genetik karena berada pada kelas $> 0,25$ yaitu sedang, sehingga dapat digunakan secara efektif untuk melakukan analisis *parentage* pada populasi eboni pada umumnya. Nilai PIC berkisar antara 0 dan 1 dimana semakin mendekati 1 maka semakin informatif marka tersebut yang berarti semakin efektif untuk membedakan antar individu. Botstein *et al.* (1980) menggolongkan nilai PIC dalam tiga kelas yaitu PIC $> 0,5$ sangat informatif, PIC 0,25 - 0,5 sedang atau cukup, dan PIC $< 0,25$ memiliki nilai informatif yang rendah.

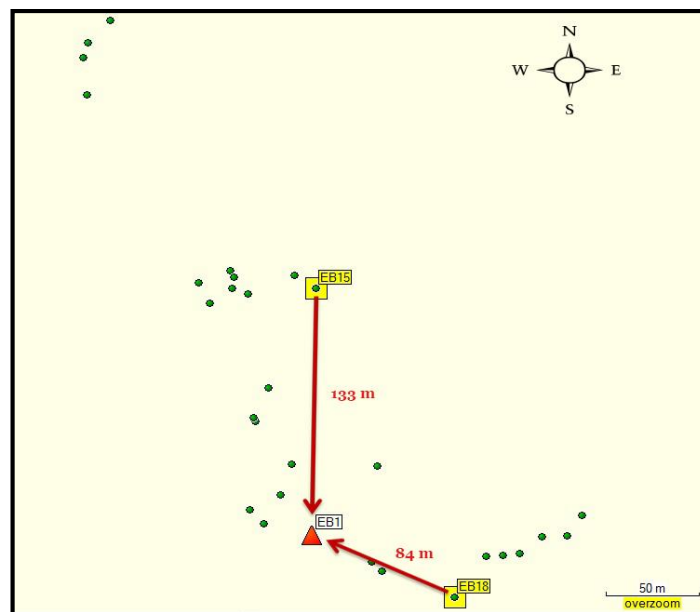
Nilai PIC yang digunakan secara umum menunjukkan kisaran nilai yang dapat digunakan untuk analisis keragaman genetik maupun penyebaran serbuk sari pada eboni. Hal ini didukung oleh pernyataan Austerlitz *et al.* (2004) bahwa marka yang digunakan dalam analisis penyebaran serbuk sari adalah marka SSR, misalnya pada tanaman kobari (*Hymenaea courbaril*) (Carneiro *et al.* 2011), tanaman pinus (*Pinus merkusii*) (Feng *et al.* 2010), serta tanaman kelapa kopyor (*Cocos nucifera* L.) (Larekeng, 2015).

Jumlah keseluruhan nilai heterozigositas dari primer yang digunakan mencapai 0,3 yang artinya variasi genetiknya rendah dimana kurang dari 0,3 mengindikasikan variasi genetiknya rendah, sedangkan lebih dari 0,3 variasi

genetiknya tinggi (Na'iem, 2000). Variasi genetik eboni yang rendah disebabkan karena terjadinya perubahan populasi sebagai akibat dari pengambilan dan eksploitasi yang berlebihan.

Analisis Jarak Penyerbukan Tetua Jantan ke Induk Betina

Evaluasi jarak penyerbukan dari induk jantan pendonor yang sudah ditentukan berdasarkan hasil analisis terhadap induk betina, posisi induk jantan pendonor serbuk sari ke salah satu induk betina di plotkan di peta menggunakan titik koordinat pada GPS. Contoh gambar posisi induk jantan pendonor yang sudah ditentukan terhadap induk betina resipien dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5. Jarak penyerbukan pada tiga pohon induk betina eboni yang dianalisis mempunyai jarak yang berbeda – beda. Jumlah anakan dari induk betina yang diteliti berbeda – beda karena pada saat pengambilan jumlah anakan yang ditemukan di lokasi penelitian sudah hampir habis karena mati. Pohon eboni EB1 dengan empat anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk sari dari pohon EB18 dapat dilihat pada Gambar 6.

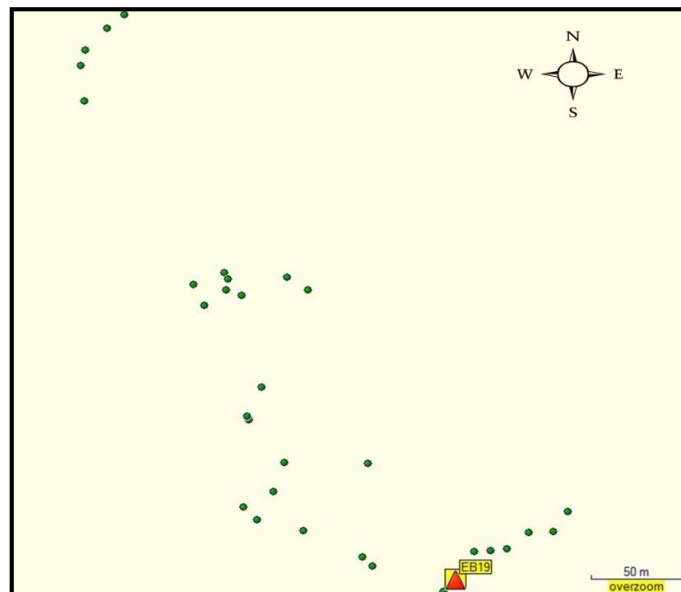


Gambar 3. Pola Penyebaran Serbuk Sari Eboni EB1 provenans Lasitae

Keterangan : ▲ Induk Betina, ■ Induk Jantan
● Induk Jantan.

Gambar 3 menunjukkan bahwa pohon eboni EB1 dengan empat anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk sari dari pohon EB18 dengan jarak polinasi 84 m dan pohon eboni EB1 juga mendapatkan donor serbuk sari dari pohon eboni EB15 dengan jarak polinasi 133 m. Dari jarak tersebut dapat diduga penyebaran serbuk sari dibantu oleh perantara biologis yaitu serangga karena serangga dapat membawa jauh serbuk sari yang dihasilkan oleh pohon eboni.

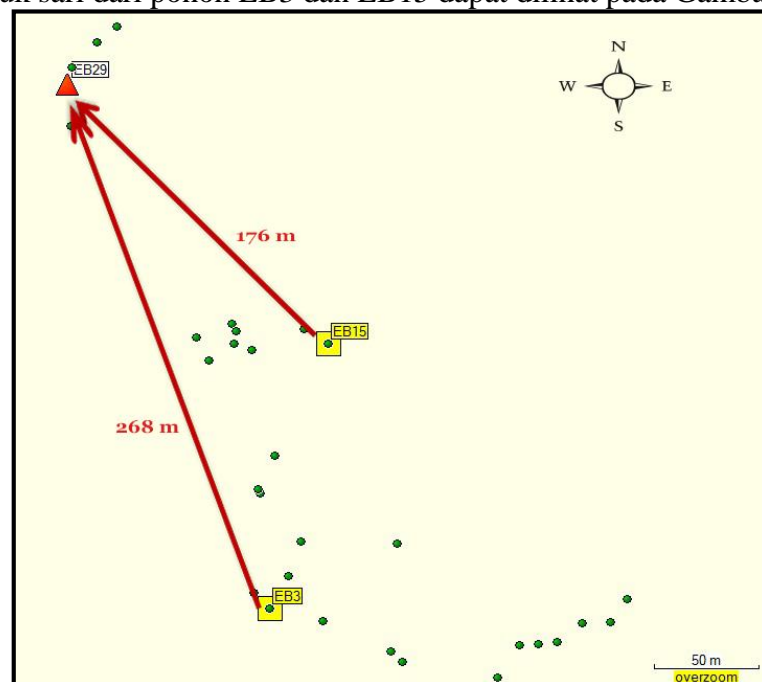
Pohon eboni EB19 dengan dua anakan yang dianalisis tidak mendapatkan donor serbuk sari dari pohon lain (*selfing*) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola Penyebaran Serbuk Sari Eboni EB19 Provenans

Lasitae. Keterangan : ▲ Induk Betina, ■ Induk Jantan Pendoron, ● Induk Jantan.

Gambar 4 menunjukkan bahwa pohon eboni EB19 dengan dua anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk sari dari pohon EB19 dengan jarak polinasi 0 m yang berarti pohon EB19 mendapatkan donor serbuk sari dari pohon itu sendiri (*selfing*). Dari jarak tersebut dapat diduga penyebaran serbuk sari dibantu oleh angin. Pohon eboni EB29 dengan lima anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk sari dari pohon EB3 dan EB15 dapat dilihat pada Gambar 5.

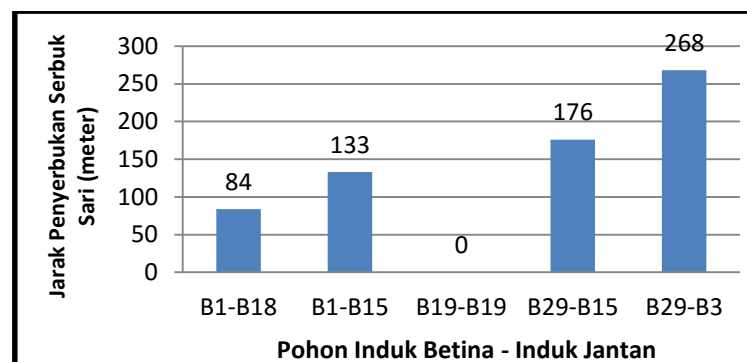


Gambar 5. Pola Penyebaran Serbuk Sari Eboni EB29 Provenans Lasitae.

Keterangan : ▲ Induk Betina, ■ Induk Jantan Pendoron, ● Induk Jantan.

Gambar 5 menunjukkan bahwa pohon eboni EB29 dengan lima anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk sari dari pohon EB3 dengan jarak polinasi 268 m dan pohon eboni EB29 juga mendapatkan donor serbuk sari dari pohon eboni EB15 dengan jarak polinasi 176 m. Dari jarak tersebut dapat diduga penyebaran serbuk sari dibantu oleh perantara biologis yaitu serangga serangga karena serangga dapat membawa jauh serbuk sari yang dihasilkan oleh pohon eboni.

Jarak penyerbukan serbuk sari eboni dari induk betina ke induk jantan yang terdekat dan yang terjauh dapat dilihat pada diagram Gambar 6



Gambar 6 Diagram Jarak Penyerbukan Serbuk Sari

Gambar 6 menunjukkan bahwa pohon eboni EB19 mendapatkan donor serbuk sari pohon itu sendiri (*selfing*) berjarak nol meter, EB1 mendapatkan donor serbuk sari dari EB15 dan EB18 berturut-turut berjarak 133 m dan 84 m. Pohon EB29 mendapatkan donor serbuk sari dari pohon EB3 dan EB15 yang mempunyai jarak 268 m dan 176 m. Dari diagram tersebut dapat dilihat yang mempunyai jarak terjauh yaitu 268 m.

Pola penyerbukan pada pohon eboni pada Gambar 3, 4 dan 5 menunjukkan adanya variasi penyerbukan. Jarak terjauh persebaran polen yaitu 268 m yang didonorkan sebanyak dua kali dan yang terdekat yaitu nol meter (*selfing*) yang didonorkan sebanyak dua kali. Penelitian Larekeng (2015) populasi sebelum introduksi lebah jarak persebaran serbuk sari terjauh adalah 58 m sedangkan populasi setelah introduksi lebah jarak persebaran serbuk sari terjauh adalah 63 m dan jarak yang terdekat adalah 0 m atau penyerbukan sendiri pada kedua populasi. Penyerbukan paling banyak terjadi dalam rentang jarak <30 m dan populasi sebelum introduksi lebah yaitu 18 kali penyerbukan, populasi setelah introduksi lebah penyerbukan yang paling sering terjadi pada rentang jarak <20 m yaitu 36 kali.

Muratorioa *et al.* (2010) membandingkan estimasi aliran gen dengan varian frekuensi alel menggunakan analisis parental berdasarkan 7 marka SSR pada spesies pohon *beech* (*Fagus sylvatica* L.) dan pohon *Japanese beech* (*Fagus crenata* Blum). Pendekatan analisis tetua bisa digunakan untuk menghitung estimasi pola penyebaran serbuk sari dan benih. Hasil kemampuan penyebaran benih pada spesies pohon *Fagus sylvatica* L. dan *Fagus crenata* Blum yang berasal dari Eropa dan Jepang tergolong dekat dengan jarak sejauh 10.5 m dan

sejauh 12.4 m. Penyebaran serbuk sari, mencapai 41.63 m dan 79.4 m. Hasil analisis parental dari setiap populasi diharapkan mampu memberikan wawasan mengenai proses ekologi dan evolusi di dalam dan antar populasi.

Jarak yang paling dekat 0-10 m memiliki presentase kontribusi serbuk sari yang paling tinggi. Penyerbukan dengan jarak yang dekat diduga dibantu oleh angin (Boer, 2007). Penyerbukan yang di bantu oleh angin maka perbedaan tinggi pohon pendonor serbuk sari yang lebih tinggi dibanding pohon penerima serbuk sari mengakibatkan jarak edar yang lebih dekat (Larekeng, 2015).

Berdasarkan keadaan topografi provenansi Lasitae, memungkinkan diterbangkan oleh polinator serangga, disebabkan karena serangga mampu membawa jauh bunga eboni sejauh 268 m. Hal ini sesuai dengan penelitian Ottewell *et al.* (2012) yang menunjukkan jarak penyebaran polen pada tanaman patua (*Oenocarpus bataua*) maksimal 2363 m dengan pollinator serangga.

4. KESIMPULAN

1. Analisis molekuler menggunakan marka SSR menunjukkan empat marka SSR yang diuji mampu menghasilkan pita alel polimorfik yang paling tinggi terdapat pada lokus 1430 (DC588341).
2. Jarak penyebaran serbuk sari dari induk jantan ke induk jantan betina di Hutan Amaro yaitu 0 m, 84 m, 133 m, 176 m, dan 268 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Austerlitz, F., Dick, C.W., Klein, E.K., Muratorio, S.O., Smouse, P.E. and Sork, V.L. (2004) *Using a Genetic Markers to Estimate the Pollen Dispersal Curve*. Molecular ecology. 13:937-954.
- [2] Boer D. (2007) *Keragaman dan Struktur Genetik Populasi Jati Sulawesi Tenggara berdasarkan marka mikrosatelit* [disertasi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- [3] Botstein, D., White, R.L., Skolnick, M., and Davis, R.W. (1980) *Construction of a genetic linkage map using restriction fragment length polymorphism*. Am J Hum Genet. 32:314-331.
- [4] Carneiro, F. S., Lacerda, A. E. B., Lemes, M. R., Gribel, R., Kanashiro, M. Wadt LHO and Sebbenn AM. (2011) *Effects of selective logging on the mating system and pollen dispersal of Hymenaea courbaril L. (Leguminosae) in the Eastern Brazilian Amazon as revealed by microsatellite analysis*. Forest Ecology and Management. 262:1758-1765.
- [5] Feng FJ, Sui X, Chen MM, Zhao D, Han SJ, Li MH. (2010) *Mode Pollen Spread in Clonal Seed Orchard of Pinus koraiensis*. Journal of Biophysical Chemistry. 1(1):33-39.
- [6] Larekeng, S. H., Ismail M., Agus, P., Nurhajati, A. M. and Sudarsono, S. (2015) *Pollen Dispersal and Pollination Patterns Studies in Pati Kopyor*

- Coconut using Molecular Markers*. International Journal on Coconut R & D. 31(1).
- [7] Liang, Y., Weijuan, H., Peng, S., Jinjun, L., Tana, W., Fangdong, L. and Jianmin, F. (2015) *Genetic diversity among germplasms of Diospyros kaki based on SSR markers*. Scientia Horticulturae 186 (2015) 180–189.
- [8] Marshal, T. C., Slate, J., Krilek, L. E. B. and Pemberton, J. M. (1998) *Statistical Confidence for Likelihood Based Paternity Inference in Nature Populations*. Mol Ecol. 7:639-655.
- [9] Muratorioa, S., Aurore, A., Etienne, K., Klein, B., Igor, C., Giovanni, G., Vendramind and Yoshihisa, S. (2010) *Comparison of direct and indirect genetic methods for estimating seed and pollen dispersal in Fagus sylvatica and Fagus crenata*. Forest Ecology and Management 259 : 2151–2159.
- [10] Na'iem, M. (2000) *Training Course On Basic Forest Genetic : Characteristic of Forest Genetic Variation*. Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada Yogyakarta :9-10.
- [11] Ottwell, K. E. Grey, F. Castillo and J. Karubian., (2012) The pollen dispersal kernel and mating system of an insect-pollinated tropical palm, *Oenocarpus bataua*. Heredity., (109).,;332
- [12] Sajib., A.M, M. Hossain., A.T.M.J. Mosnaz, H.Hossain, M.M. Islam, M.S. Ali, dan SH. Prodhan. (2012) *SSR marker-based molecular characterization and genetic diversity analysis of aromatic landraces of rice (Oryza sativa L.)*. J. BioSci. Biotech 1(2): 107-116.
- [13] Sambrook, J. and Russel, D. W. (2001) *Molekular Cloning a Laboratory Manual*. Thid Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.
- [14] Treuren, R. V. (2000) *Genetic Marker*. www.plant.wageningen-ur.nl/about/Biodiversity/cgn/research/molgen. Diakses pada hari Selasa, 08 September 2015.

Analisis Proporsi Penyerbukan Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin dengan Penanda SSR

Andi Hardianti¹, Muhammad Restu², Gusmiaty², Siti Halimah Larekeng²

¹Mahasiswa S1 Fakultas Kehutanan Unhas

² Staf Pengajar Lab. Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Unhas

Jl. Perintis Kemerdekaan Makassar, Indonesia 90245

Corresponding author: ima82.biotek.fahutan@gmail.com

Abstrak

Kayu eboni merupakan kayu yang bernilai ekonomi dan semakin langka pada habitat alaminya. Selain terancam punah, eboni telah mengalami *Inbreeding Depression* (ID) atau penurunan nilai karakter dengan adanya penyerbukan sendiri mengakibatkan penggabungan gen yang sama sehingga genotipe yang dihasilkan semakin homozigot. ID dapat mengakibatkan tampilan kayu dan kekuatannya menurun jika sumbangan genetik dari kedua tetuanya kurang baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisis proporsi penyerbukan silang dan penyerbukan sendiri yang terjadi pada tegakan eboni di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin, Maros. Pelaksanaan penelitian pada bulan Oktober hingga November 2015. Pengambilan sampel di lapangan sebanyak 95 pohon dan dipilih kandidat induk betina sebanyak 3 pohon. Tetua jantan adalah pohon yang berada di sekitar pohon induk betina. Isolasi DNA menggunakan bahan yang berasal dari daun eboni progeni dan tetua. Penanda molekuler yang digunakan adalah Simple Sequence Repeats (SSR) dengan analisis menggunakan *analysis parentage software CERVUS 2.0*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika alel polimorfik dengan nilai PIC tertinggi terdapat pada lokus 8917 (DC591591). Provenansi Hutan Pendidikan UNHAS dominan menyerbuk silang dengan persentase terjadinya penyerbukan silang sebanyak 80% sedangkan persentase penyerbukan sendiri sebanyak 20%.

Kata Kunci: eboni, tipe penyerbukan, penanda mikrosatelit, analisis tetua

1. PENDAHULUAN

Diospyros celebica Bakh. atau eboni merupakan penghasil kayu indah dan mewah (*fancy wood*) bernilai komersial tinggi, memiliki berat dan kualitas keawetan tergolong kelas I, banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan meubel, perkakas rumah tangga, hiasan dinding, alat musik, kipas, kayu lapis, bahan bangunan atau bahan kerajinan lainnya. Nilai ekonomis dan permintaan yang tinggi menyebabkan eksploitasi secara berlebihan tanpa melihat aspek jumlah potensi eboni di alam sehingga menyebabkan populasinya menurun dan habitat alaminya kian terancam. Eboni telah mengalami penurunan genetik akibat terjadi *inbreeding* atau kawin kerabat. Penelitian Restu (2007) mengenai keragaman genetik lima provenansi eboni menunjukkan bahwa provenansi eboni mengalami kecenderungan peningkatan homozigositas dimana keragaman genetik 95.4% berasal dari keragaman dalam populasi.

Inbreeding dalam suatu populasi bisa mengakibatkan *inbreeding depression* (Santoso 2002). Tanaman menyerbuk sendiri dapat mengakibatkan *inbreeding depression* (ID) atau penurunan nilai karakter dengan penyerbukan sendiri akan terjadinya penggabungan gen yang sama sehingga genotipe yang

dihasilkan semakin homosigot. Kephart and Hall (1999) melaporkan produksi benih hasil penyerbukan sendiri pada tanaman *Silene douglasii* var. *ororia* hanya 40% dari produksi benih hasil penyerbukan silang. Sementara itu, Sheridan dan Karowe (2000) melaporkan bahwa produksi benih hasil penyerbukan sendiri pada tanaman *Sarracenia flava* hanya 25% dari produksi benih hasil penyerbukan silang.

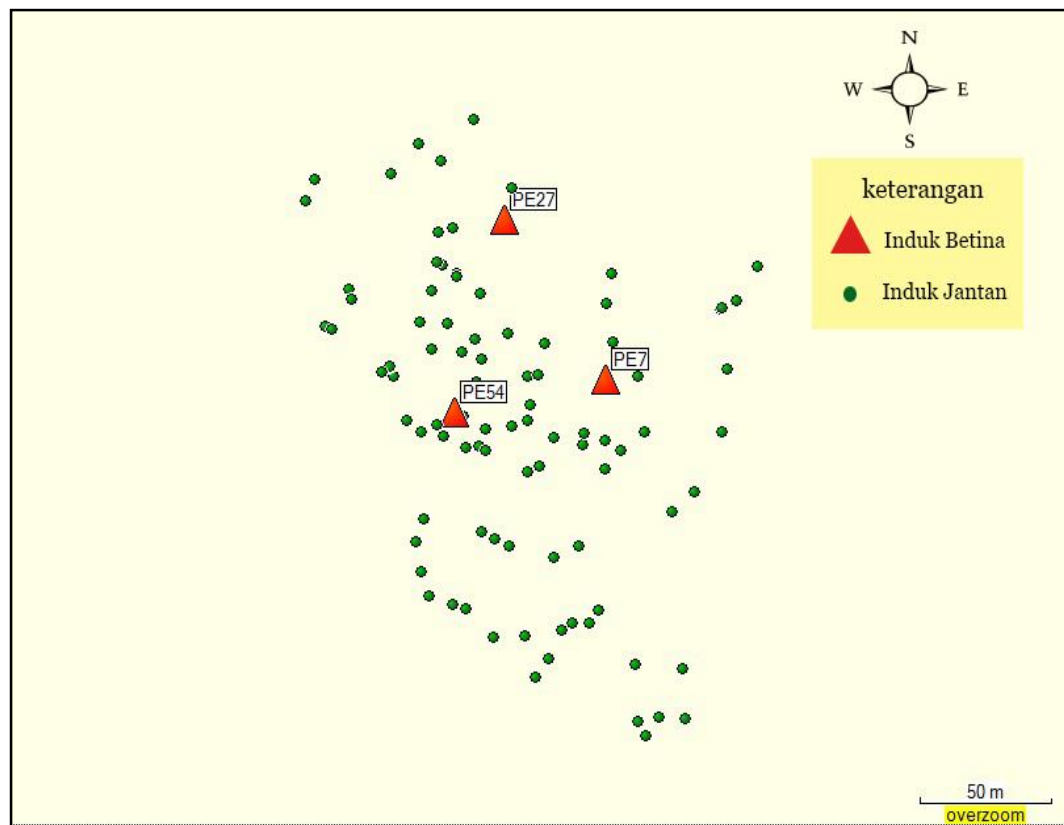
Penyerbukan yang terjadi pada suatu pohon itu sendiri disebut penyerbukan sendiri (*selfing*) sedangkan tanaman menyerbuk silang adalah tanaman yang dalam proses penyerbukannya, polen atau serbuk sari berasal dari tanaman lain yang berbeda secara genotip. Penyerbukan silang, yang umum terjadi pada jenis pohon hutan, biasanya menghasilkan keragaman genetik populasi yang tinggi atau heterozigot (Finkeldey, 2005 dalam Azizah 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Azizah (2011) menggunakan penanda mikrosatelit *Simple Sequence Repeat* (SSR) menyatakan bahwa karakterisasi parameter sistem perkawinan dilihat berdasarkan tingkat perkawinan silang multilokus. Sistem perkawinan pada tegakan benih Mindi di Wanayasa, Purwakarta yaitu sistem perkawinan silang, yang membuat tegakan benih mindi memiliki variasi keragaman genetik. Berdasarkan hal diatas maka dilakukan analisis mengenai sumber serbuk sari setiap pohon induk eboni provenansi Maros yang diasumsikan melakukan penyerbukan sendiri dengan menggunakan penanda molekuler mikrosatelit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis proporsi penyerbukan silang dan penyerbukan sendiri yang terjadi pada tegakan eboni di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin. Kegunaan penelitian ini menjadi data dasar untuk konservasi sumberdaya genetik eboni.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan November hingga Desember 2015, dengan lokasi pengambilan sampel terletak di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin Kabupaten Maros (Gambar 1). Penelitian molekuler dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.



Gambar 1. Peta persebaran pohon sampel eboni provenans Hutan Pendidikan Unhas Kab. Maros.

Pemilihan Pohon Sampel dan Pengambilan Anakan

Penentuan pohon sampel di lokasi penelitian dilakukan dengan menentukan satu pohon pertama atau sebagai pohon induk. Pohon yang dijadikan sebagai kandidat pohon induk diberikan nomor dan ditentukan posisi koordinatnya menggunakan GPS Garmin 62S untuk keperluan pemetaan. Total sampel pohon yang diambil pada populasi eboni ditentukan berdasarkan jumlah pohon yang terdapat di lokasi yaitu paling banyak 95 pohon.

Proses Pengambilan Sampel Pohon Eboni

Populasi yang digunakan dalam analisis pola donor serbuk sari sebanyak 3 pohon yang dijadikan sebagai kandidat pohon induk betina. Induk betina yang terpilih diambil anaknya sebanyak 2-6. Pohon yang berada di sekitar pohon induk betina dijadikan sebagai calon induk jantan untuk dijadikan pendonor serbuk sari. Jumlah daun yang diambil pada setiap pohon sampel yaitu masing-masing 5 helai daun.

Isolasi DNA Eboni

Isolasi DNA dilakukan dengan cara daun dari setiap pohon dan anakan diambil selanjutnya dipotong – potong kurang lebih sepanjang 10 cm. Sampel daun disimpan di dalam freezer -20°C setelah berada di laboratorium dan siap dilakukan isolasi DNA. Isolasi DNA menggunakan CTAB mengikuti metode Sambrook and Russel (2001) dengan modifikasi (Larekeng dkk 2015).

Analisis Simple Sequence Repeat (SSR)

Analisis *Simple Sequence Repeat* dilakukan dengan amplifikasi PCR menggunakan mesin PCR Sensoquest dan PCR kit kappa 2G fast dengan jumlah reaksi 25 µl. Primer *forward* dan *reverse* untuk satu reaksi sebanyak 1,25 µl ditambahkan ke dalam mix PCR. DNA *working solution* sebanyak 2 µl disiapkan. Tahapan PCR dimulai dengan denaturasi awal 94°C selama 1 menit, untuk tahap denaturasi digunakan suhu 94°C dengan waktu 15 detik, tahap annealing 51 - 55°C selama 50 detik (suhu yang berbeda untuk setiap primer), tahap elongasi 72 °C selama 1 detik, dan dilakukan pengulangan siklus-siklus tersebut sebanyak 35 kali. Tahap elongasi terakhir pada suhu 72 °C selama 15 menit. Hasil PCR bisa disimpan pada suhu 4 °C atau -21 °C untuk pemakaian dalam jangka waktu yang lama. Produk PCR dikonfirmasi dengan gel agarose 1% dalam buffer TBE 0.5X pada tegangan 80 V selama 30 menit yang dielektroforesis dengan Max Fill.

Produk PCR dipisahkan dengan elektroforesis gel SFR (*Super Fine Resolution*) dan menggunakan Buffer TAE 0,5x pada tegangan 150V selama 1 jam (Brody and Kern 2004). Primer SSR yang polimorfik digunakan untuk mengamplifikasi sampel dna eboni yang terdiri dari tiga primer (Tabel 1).

Analisis Data

Identifikasi donor serbuk sari dilakukan dengan menganalisis genotipe progeni versus seluruh induk jantan yang dievaluasi. Semua induk jantan dan induk betinanya dievaluasi dan berpotensi sebagai donor serbuk sari. Analisis molekuler menggunakan software *CERVUS analysis parentage* program komputer Cervus 2.0 (Marshall 2001). Hasil Cervus diperoleh data alel frekuensi, PIC, heterozigositas, homozigositas. Dilanjutkan dengan data simulasi dan data analisis tetua. Data analisis tetua akan diperoleh kandidat tetua dengan lambang (*): artinya tingkat kepercayaan 95%, (+): tingkat kepercayaan 80%, dan (-): tingkat kepercayaan < 80% .

Data genotipe progeni yang telah diketahui induk betinanya dibandingkan dengan data pohon dewasa yang berpotensi menjadi kandidat tetua jantan. Identitas induk jantan diketahui berdasarkan metode all parent with plus LOD (*Likelihood Of Distances*). Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk menentukan identitas induk jantan berdasarkan nilai LOD tertinggi. Induk jantan yang teridentifikasi sama dengan induk betinanya diasumsikan terjadi penyerbukan sendiri. Jika induk betina yang teridentifikasi berbeda dengan induk jantan maka diasumsikan terjadi penyerbukan silang.

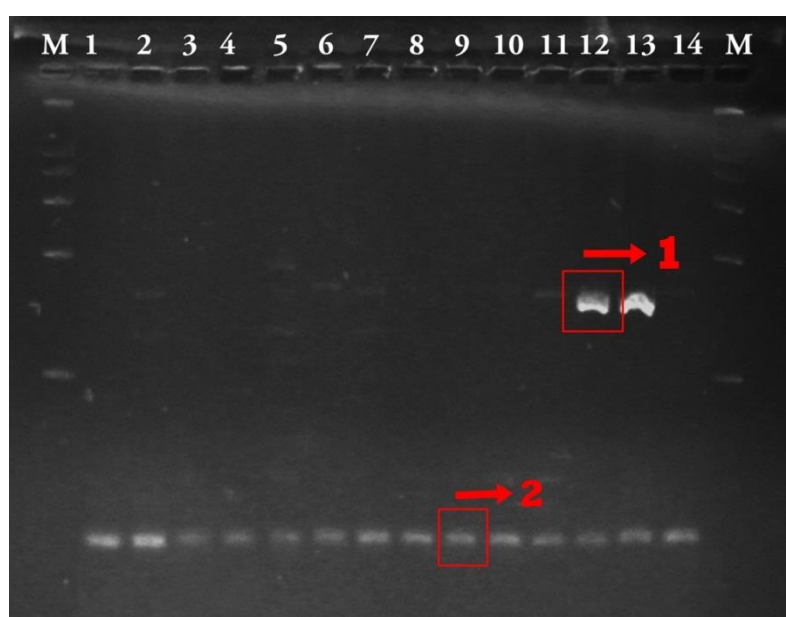
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Genotyping Tetua dan Progeni

Pohon eboni dewasa yang dianalisis sebanyak 95 pohon dan dipilih 3 pohon sebagai induk betina dan sekaligus dijadikan sebagai calon tetua jantan dalam analisis *parentage*. Analisis molekuler menggunakan marka SSR menunjukkan bahwa tiga marka SSR (Tabel 1) yang digunakan mampu menghasilkan pita polimorfik seperti pada hasil amplifikasi PCR menggunakan pasangan primer 8917 D591591 (Gambar 2).

Tabel 1. Locus SSR yang digunakan untuk analisis progeni eboni provenansi Hutan Pendidikan Unhas Kab. Maros (Liang *et al.* 2015)

No	Nama lokus	Motif pengulangan	Urutan primer (5'-3')	T _m (°C)	Ukuran alel (bp)
1	1430 DC588341	(GAG)5	F: TCA GTA AAG CTG CGG GCA TC R: ACG GTT CTC CTG ATC CTC ACG	56	190 -250
8	8917 DC591591	(AT)10	F: ACA CGT TCA GTA CCA GGA GGG A R: AGT ACC ACA AAC CAC CAG TGG	55	166 -197
12	mDp17 EF567410	(GA)21	F: CCA AAT CAT TCG AAG CCA AT R: CCT TCA CCG ATG TCC TTT GT	52	128 -168



Gambar 2. Elektroforegram potongan DNA hasil amplifikasi PCR menunjukkan variasi skoring alel untuk masing-masing individu yang dievaluasi menggunakan marka SSR pada lokus 8917 D591591. Kolom nomor 1-14 untuk sampel, kolom M: penanda DNA (100 bp *DNA ladder*). Posisi 1-2 menunjukkan alel pada primer yang digunakan.

Marka SSR yang dievaluasi mempunyai jumlah alel per lokus antara 5 – 8 alel. Hasil analisis populasi eboni provenansi Hutan Pendidikan Unhas dengan marka molekuler SSR memberikan nilai PIC semua lokus berkisar 0.473. Perbedaan nilai PIC antar lokus marka SSR salah satunya disebabkan perbedaan jumlah alel per lokus yang diamati pada populasi yang diuji. Nilai PIC 0.195 - 0.668 dengan rata-rata nilai PIC untuk semua lokus mengenai 0,473 dapat dilihat pada tabel 2. Sehingga seluruh marka molekulernya dapat digunakan secara efektif untuk melakukan analisis *parentage* pada populasi eboni pada umumnya. Hal ini sesuai dengan sistem perkawinan pada tanaman dapat diketahui melalui analisis pola penyebaran serbuk sari dengan menggunakan marka SSR dan SNAP (Larekeng dkk 2015). Hasil analisis *Cervus* memperlihatkan variasi alel tertinggi dan jumlah heterozigositas tertinggi terdapat pada primer 8917 (DC591591). Tingginya jumlah heterozigositas tersebut mengindikasikan sampel yang

dianalisis menggunakan marka SSR sangat bervariasi dalam suatu populasi, dalam hal ini pada populasi provenansi Hutan Pendidikan Unhas.

Tabel 2. Jumlah alel dan individu, individu heterozigositas dan homozigositas, heterozigositas observasi (O) dan ekspektasi (E) serta kandungan informasi polimorfis (PIC) pada 3 lokus marka molekuler populasi eboni provenans Hutan pendidikan Maros.

Nama lokus	Jumlah alel	Jumlah Individu	Jumlah		Heterozigosity		PIC
			Heterozig gositas	Homozigos itas	Ho	He	
1430 DC588341	5	164	25	139	0.152	0.605	0.555
8917 DC591591	5	164	65	99	0.396	0.721	0.668
mDp17 EF567410	8	164	36	128	0.220	0.203	0.195
Rata-rata					0.256	0.509	0.472

Keterangan: PIC= *Polymorphic Information Content*, Ho= *Observed heterozygosity*, He= *Expected heterozygosity*

Jumlah heterozigositas yang tertinggi terdapat pada primer 8917 (DC591591) yaitu 65 dengan jumlah alel sebanyak 5 alel, sementara untuk jumlah homozigositas yang tertinggi terdapat pada primer 1430 (DC5 88341) yaitu 25 dengan jumlah alel sebanyak 5 alel. Variasi alel tertinggi diperlihatkan pada primer mDp17 (EF567410). Nilai *Polimorfisme Information Content* (PIC) yang tinggi ditunjukkan pada marka yang menghasilkan banyak alel. Indikasi untuk dikategorikan tinggi jika $PIC > 0,5$. Jika dikategorikan sedang yaitu $0,2 < PIC < 0,5$ dan PIC rendah yaitu $PIC < 0,2$. Nilai PIC rata-rata populasi eboni provenansi Hutan Pendidikan Unhas yaitu 0,472. Nilai rata-rata ini menunjukkan bahwa primer SSR yang digunakan cukup informatif untuk mendeteksi kestabilan genetik karena berada pada kelas sedang yaitu $0,25 < PIC < 0,5$. Namun untuk primer yang paling informatif digunakan pada prprovenans Hutan Pendidikan Unhas dari ketiga primer yaitu primer 8917 (DC591591). Nilai PIC berkisar antara 0 dan 1 dimana semakin mendekati satu maka semakin informatif marka tersebut yang berarti semakin efektif untuk membedakan antar individu.

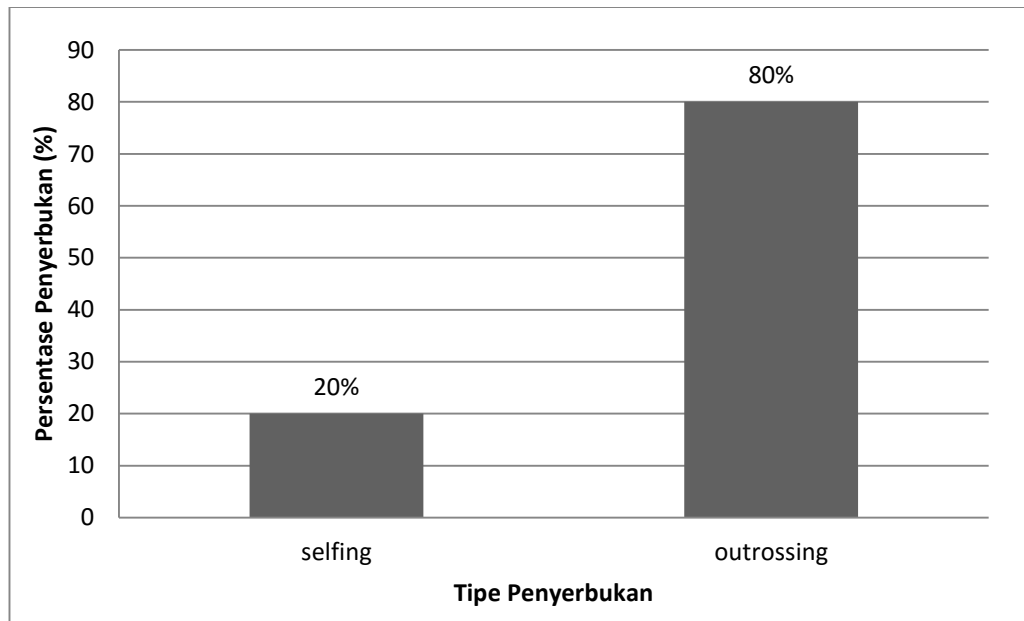
Tingkat polimorfisme (PIC) diperlukan untuk memilih marka yang dapat membedakan antargalur/tetua yang digunakan. Kuantifikasi PIC adalah jumlah alel yang dapat dihasilkan oleh suatu marka dan frekuensi dari tiap alel dalam set genotipe yang diuji. Nilai polimorfisme ditentukan oleh frekuensi kemunculan alel. Selain itu nilai PIC yang digunakan secara umum menunjukkan kisaran nilai yang dapat digunakan untuk analisis keragaman genetik maupun penyebaran serbuk sari pada eboni.

Nilai keragaman genetik populasi anakan *D.celebica* pada penelitian ini termasuk dalam kategori tinggi dengan nilai rata-rata 0,509 dimana $0,5 > Ho$ mengindikasikan variasi genetiknya rendah, sedangkan $0,5 < Ho$ variasi genetiknya tinggi. Rendahnya lokus yang digunakan merupakan salah satu penyebab rendahnya nilai He dan PIC, karena lokus yang dipelajari masih sedikit dan alelnya cenderung homozigot. Marka yang menghasilkan alel lebih sedikit memiliki kemampuan lebih kecil untuk membedakan sampel yang diuji. Hal ini didukung oleh pernyataan Austerlitz *et al* (2004) bahwa marka yang digunakan

dalam analisis penyebaran serbuk sari adalah marka SSR, misalnya pada tanaman *Shorea leprosula* (Sulistyawati, 2014), *Auriularia polytricha* (Aryantha, dkk. 2008), serta tanaman kelapa kopyor (Larekeng, dkk. 2015).

Proporsi *selfing* dan *outcrossing*

Hasil analisis proporsi *selfing* dan *outcrossing* menggunakan analisis CERVUS pada provenasi Hutan Pendidikan Unhas dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram persentase tipe penyerbukan.

Berdasarkan hasil uji progeni tipe penyerbukan populasi eboni pada gambar 3 menunjukkan bahwa hanya 4 atau sebesar 20% progeni yang berasal dari penyerbukan sendiri dan 16 atau sebesar 80% progeni berasal dari penyerbukan silang. Penyerbukan silang terdapat setengah dari jumlah progeni berdasarkan induk jantan yang di analisis dari 20 progeni dalam populasi. Hasil analisis proporsi *selfing* dan *outcrossing* *Cocos nucifera* populasi Kalianda yang dilakukan oleh Larekeng, dkk (2015) menghasilkan *selfing* genotype kopyor sebesar 1 kali (2%), persilangan antara genotype kopyor sebanyak 13 kali (27%) dan persilangan genotype kopyor dan normal sebanyak 35 kali (71%). Sedangkan penelitian Allo (2015) pada tanaman Eboni di Kabupaten Barru menghasilkan *selfing* 2 kali atau sebesar 18,8% dan *outcrossing* sebanyak 9 kali atau sebesar 81,82%.

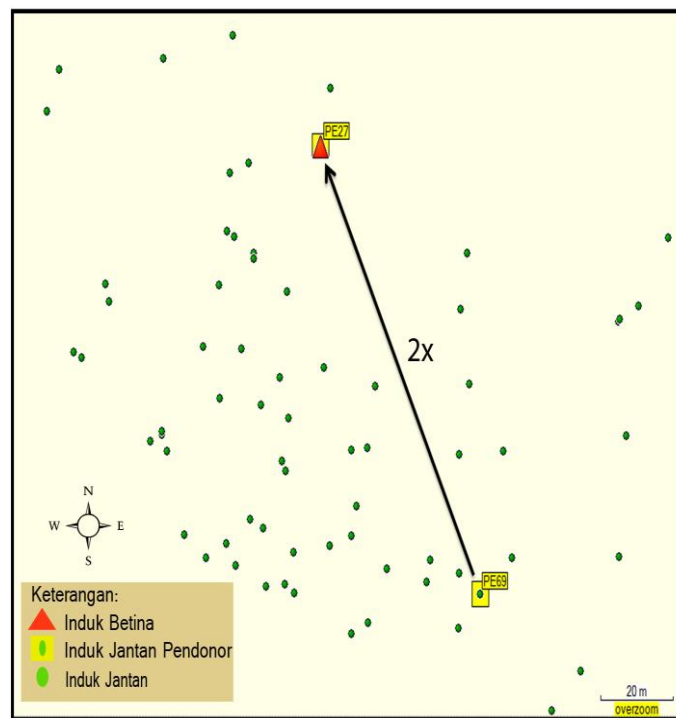
Menurut Gailing *et al* (2003) kemungkinan penyebab terjadinya penyerbukan sendiri lebih rendah dipengaruhi oleh kondisi lapang, dimana penyerbukan sendiri pada suatu jenis bisa terhambat akibat dari beberapa mekanisme, seperti sistem inkompatibilitas, perbedaan waktu pembungaan pada bunga jantan dan betina, dan terpisahnya bunga jantan dan betina. Penurunan viabilitas dalam turunannya berkaitan dengan peningkatan kerusakan alel – alel dalam genotype – genotype homosigotasitas. Spesies yang langka dengan densitas

rendah melakukan penyerbukan sendiri dapat mempercepat kepunahan. Ukuran laju penyerbukan sendiri dapat digunakan untuk mengembangkan prioritas dan strategi program konservasi tanaman.

Pola tipe penyerbukan

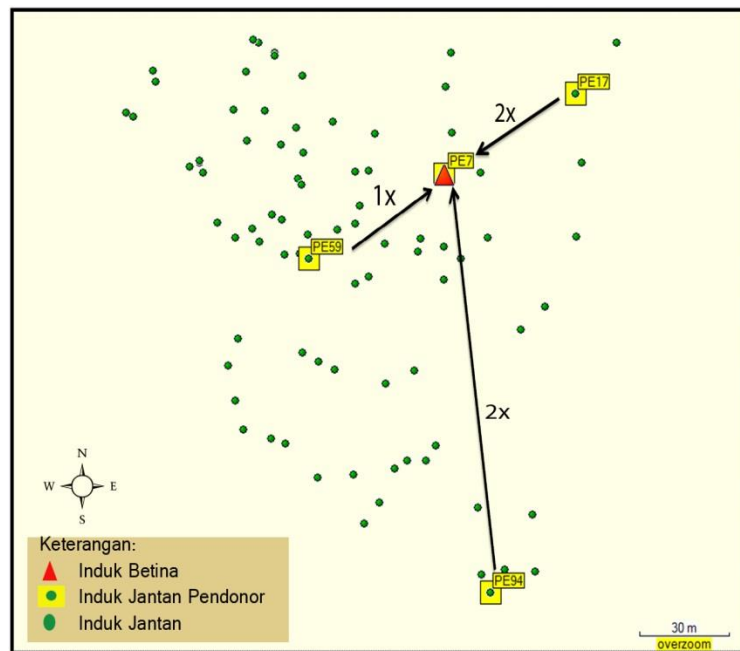
Evaluasi pola tipe penyerbukan dari tetua jantan yang sudah ditentukan terhadap induk betina yang di donor, posisi tetua jantan sebagai pendonor serbuk sari ke salah satu induk betina di plotkan di peta menggunakan titik koordinat pada GPS. Contoh gambar posisi tetua jantan yang sudah ditentukan terhadap induk betina resepien dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.

Pohon plus eboni PE27 dengan 6 anakan yang dianalisis mendapatkandonor serbuk sari dari pohon PE69 sebanyak 2x dan PE27 sendiri sebanyak 4x dapat dilihat pada Gambar 4.



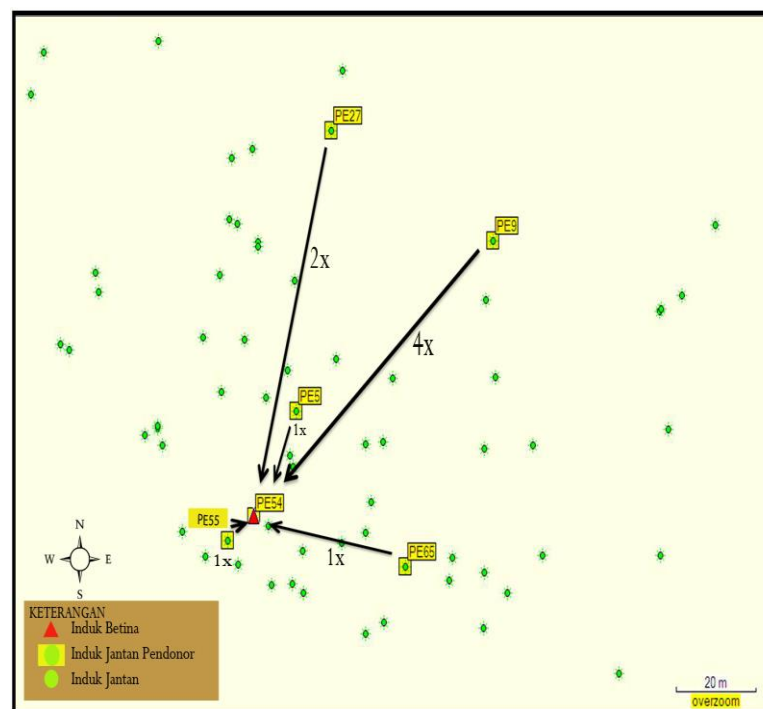
Gambar 4. Pola persebaran polen pohon induk PE27.

Pohon plus PE7 dengan 5 anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk Pohon plus PE7 dengan 5 anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk sari dari pohon PE17 sebanyak 2x, PE59 sebanyak 1x dan PE95 sebanyak 2x dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Pola persebaran polen pohon eboni PE7

Pohon plus eboni PE54 dengan 9 anakan yang dianalisis mendapatkan donor serbuk sari dari pohon PE9 sebanyak 4x, PE65, PE5, PE55 masing masing sebanyak satu kali dan PE27 sebanyak 2x , dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pola persebaran polen pohon induk eboni PE54

Pola persebaran serbuk sari induk betina eboni berdasarkan hasil (Gambar 4, 5 dan 6) memperlihatkan kecenderungan pohon pendonor dominan menyerbuki adalah PE9 dan PE27 sebanyak empat kali, dibanding beberapa pohon lainnya yang hanya satu sampai dua kali dalam satu tetua jantan. Penelitian Allo (2015) pada tanaman eboni di Kabupaten Barru menunjukkan terjadinya polinasi sebanyak 1-2 serbuk sari yang dapat didonorkan oleh satu tetua jantan dengan frekuensi tertinggi sebanyak 4 kali oleh satu tetua jantan. Penelitian Larekeng, dkk (2015) pada tanaman kelapa kopyor di Lampung Selatan menunjukkan terjadinya polinasi yang terdapat dua sampai delapan serbuk sari yang dapat di donorkan oleh satu tetua jantan dengan frekuensi tertinggi sebanyak 11 kali dengan dua serbuk sari.

Induk betina PE27 pada penelitian ini ditemukan menyerbuk sendiri sebanyak empat kali. Penyerbukan sendiri juga ditemukan dalam penelitian Allo (2015) pada provenansi Lasitae Barru sebanyak dua kali. Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses reproduksi di hutan alam, diantaranya fenologi pembungaan antar individu, sinkronisasi pembungaan antar individu seringkali sulit terjadi karena tingkat umur masing-masing individu berbeda (Law dkk., 2000; Torimaru dan Tomaru, 2006; Brearley dkk., 2007). Selain itu, keberhasilan proses reproduksi dipengaruhi juga oleh distribusi pohon pada populasi yang terfragmentasi, aliran gen melalui serbuk sari terhambat (Lian dkk., 2001; Fuchs *et al.*, 2003; Ozawa dkk., 2012). Sebagai contoh, di hutan alam yang terfragmentasi pada *Pinus densiflora*, anakan-anakan yang dihasilkan merupakan hasil perkawinan dengan satu tetua jantan (Lian dkk., 2001; Ozawa dkk., 2012). Tegakan eboni di provenans Hutan Pendidikan Unhas dominan mengalami *outcrossing* juga disebabkan karena ketidaksesuaian secara seksual (*self incompatibility*) sehingga serbuk sari diterbangkan oleh angin atau pollinator sehingga menyerbuki pohon lain.

4. KESIMPULAN

1. Analisis molekuler menggunakan marka SSR menunjukkan tiga marka SSR yang diuji mampu menghasilkan pita alel polimorfik. Premier yang menghasilkan jumlah heterosigositas yang paling tinggi terdapat pada lokus 8917 (DC591591) dan merupakan primer yang cocok digunakan pada provenans Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin
2. Tipe polinasi eboni provenansi Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin dominan menyerbuk silang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allo, JR (2015) Analisis Proporsi Penyerbukan Silang dan Penyerbukan Sendiri Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) di Provenansi Lasitae Kabupaten Barru. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [2] Aryantha, NP., Mulyani, Y., dan Arifuddin R (2008) Penanda Molekul DNA Mikrostellit untuk Karakterisasi Bibit Jamur Kuping (*Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc.

-
- [3] Austerlitz F, Dick CW, Klein EK, Muratorio SO, Smouse PE and Sork VL (2004) Using a genetic markers to estimate the pollen dispersal curve. *Molecular ecology*. 13:937-954.
- [4] Azizah (2011) Keragaman Genetik dan Sistem Perkawinan Di Tegakan Benih Mindi (*Melia azedarach* Linn.) Wanayasa, Purwakarta. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- [5] Brearley, F. Q., Proctor, J., Suriantata, Nagy, L., Dalryple, G. and Voysey, B. C. (2007) Reproductive Phenology Over a 10-year Periode in a Lowland Evergreen Rain Forest of Central Borneo. *Journal of Ecology*, 95: 828-839.
- [6] Brody, JR and Kern, SE (2004) History And Principles Of Conductive Media For Standard Dna Electrophoresis. *Analytical Biochemistry* 33 (1): 1-13.
- [7] Fuchs, Y., Kado, T., Lee, S. S., Ng, K. K. S., Muhammad, N. and Tsumara, Y. (2007) Effects of Flowering Tree Density On The Mating System and gene flow in *Shorea laprosula* (Dipterocarpaceae) in Peninsular Malaysia. *Journal Of Plant Research*, 120(3): 413-420.
- [8] Gailing O, Leinemann L and Finkeldey R (2003) Molecular tools for the conservation of forest genetic resources. Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Georg-August University Goettingen :Germany.
- [9] Kephart, S.R., and Hall, E.J. (1999) Inbreeding Depression And Partial Selfing: Evolutionary Implication Of Mixed Mating In A Coastal Endemic, *Silene Douglasii* Var. *Oraria* (Caryophyllaceae). *Heredity*. 82: 543-554.
- [10] Larekeng, HS., Ismail. M, Agus. P, Nurhayat. A.M and Sudarsono. S (2015) Pollen Dispersal and Pollination Patterns Studies in Pati Kopyor Coconut using Molecular Markers. *Cord International Journal on Coconut R & D*. Vol. 31 No. 1.
- [11] Law., B., Mackowski, C., Schoer, L. and Tweedie, T. (2000) Flowering Phenology of myrtaceous trees and their relation to climatic, environmental and disturbance variables in northern New South Wales. *Australian Ecology*, 25: 160-178.
- [12] Lian, C., Miwa, M. and Hogetsu, T (2001) Outcrossing and Paternity Analysis of *Pinus densiflora* (Japanese Red Pine) by Microsatellite Polymorphism. *Heredity*, 87:88-98.
- [13] Liang, Y, Weijuan. H, Peng. S, Jinjun. L, Tana. W, Fangdong Li and Jianmin Fu, (2015) Genetic diversity among germplasms of *Diospyros kaki* based on SSR markers. *Scientia Horticulturae* 186 (2015) 180–189.

- [14]Marshall, TC (2001) Cervus Ver. 2.0. University of Edinburgh, UK.
- [15]Ozawa, H., Watanabe, A., Uchiyama, K., Saito, Y. and Ide, Y (2012) Genetic Diversity of *Pinus densiflora* Pollen Flowing Over Fragmented Populations During A Mating Season. Journal Forestry Research, 17:488-498.
- [16]Pandini, D.S., Hartana, A., Aswidinor H., dan Setiawan, A (2008) Pelacakan Tetua Populasi Kelapa Dalam Mapanget No.32 (Dmt-32) Menggunakan Analisis Aliran Gen (*Gene Flow*) Berdasarkan Penanda Mikrosatelit (Ssr). Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain : Bogor.
- [17]Restu, M (2007) Potensi Dan Karakteristik Ekologi Provenansi Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) Untuk Pemuliaan Dan Konservasi Genetik. Jurnal Hutan dan Masyarakat, 2(1):145-150
- [18]Sambrook, J. and Russell DW (2001) Molecular Cloning a Laboratory Manual. Third Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.
- [19]Santoso, B (2002) Efektivitas Pupuk Organik dan pupuk N pada Pertumbuhan Bibit Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Manajemen Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) Dalam Mendukung Keunggulan Industri Menuju Otonomisasi Dan Era Pasar Bebas. Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Bogor.
- [20]Sulistiyawati, P., Widyatmoko, AYPBC., Nurtjahjaningsih, ILG (2014) Keragaman Genetik Anakan *Shorea leprosula* Berdasarkan Penanda Mikrosatelit. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan: 17.
- [21]Torimaru, T. and Tomaru, N (2006) Relationship Between Flowering Phenology, Plant size, and female reproductive output in a dioecious shrub, *Ilex leuocladia* (Aquifoliaceae). Canadian Journal of Botany, 84. 1860-1869.

REKAYASA PEMANGKASAN UNTUK PENGEMBANGAN TEKNOLOGI HIJAU DALAM BUDIDAYA TANAMAN MELON

Mir Alam¹⁾ dan Juhriah²⁾

¹⁾ Fakultas Pertanian dan Kehutanan Unsulbar Majene & Fak. Pertanian UIT Makassar

²⁾ Jurusan Biologi FMIPA UNHAS Makassar

e-mail: miralamnunu@gmail.com.; juhriah@gmail.com.

ABSTRAK

Emisi Karbon sebagai gas rumah kaca merupakan persoalan lingkungan yang menjadi perhatian dunia yang membutuhkan solusi melalui pengembangan ilmu dan teknologi. Tanaman selain sebagai “sink” CO₂ di troposfer juga sebagai penyumbang oksigen untuk kehidupan, sehingga teknologi budidaya tanaman perlu direkayasa agar bukan hanya produktif, akan tetapi sehat dan arif terhadap lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah dan waktu pemangkasan cabang utama terhadap kualitas buah melon, memprediksi sumbangan oksigen dan CO₂ yang terikat pada tanaman. Penelitian dilaksanakan di lahan petani melon di Majennang, Kecamatan Suppa Kabupaten Pinrang yang berlangsung April-Juni 2015. Penelitian menggunakan Rancangan kelompok berjenjang, dengan menentukan tanaman yang akan dipangkas secara berurutan sesuai dengan perlakuan. Perlakuan pemangkasan terdiri dari: Pemangkasan jumlah cabang utama dan Waktu Pemangkasan. Prediksi CO₂ dan Oksigen yang dihasilkan, menggunakan prediksi kasar menurut Brown, Lasco, Morikawa et al dalam Diana (2007), akumulasi karbon dalam tegakan pohon/tanaman diprediksi bobot kering tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: Mempertahankan 2 cabang utama tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas buah melon, bahkan cenderung menghasilkan bobot buah, diameter dan tebal daging buah yang lebih baik dibanding dengan mempertahankan hanya satu cabang utama, Menunda waktu pemangkasan dari 27 HST ke 35 HST cenderung menurunkan kualitas buah, namun tidak berpengaruh nyata secara statistik. Menunda waktu pemangkasan 7 hari dapat mengakumulasi karbon sekitar 27 kg C/Ha serta menyumbang oksigen sekitar 910.000 liter..Prediksi CO₂ yang terakumulasi dalam satu cabang utama sekitar 21 g C/cabang atau 270 kg C/Ha. Prediksi oksigen yang dihasilkan dalam satu cabang utama sekitar 13.000 liter/jam/Ha. dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk pernapasan per jam 24 orang. Jumlah oksigen tersebut setara dengan Rp.325 juta, dengan harga oksigen Rp.25.000/liter

Kata Kunci : Melon, teknologi hijau, emisi karbon, oksigen, pemangkasan

1. PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan, seperti pencemaran tanah, air dan emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan isu global yang harus direspon melalui pendekatan multidisiplin. Perhatian dunia akan permasalahan tersebut menghasilkan berbagai konsep pembangunan antara lain, pembangunan hijau, kesejahteraan hijau, dimana dunia pendidikan meresponnya dalam bentuk pengembangan ilmu dan teknologi hijau. Pengembangan pengetahuan hijau menekankan pada seluruh aktivitas pembangunan termasuk pertanian, selalu mengedepankan ilmu pengetahuan melalui peningkatan kapasitas, penelitian dan pengembangan. Hal ini berdasarkan prinsip bahwa pengetahuan terkait ekonomi rendah karbon, pada

praktiknya adalah hasil interaksi antar masyarakat, pengusaha, akademisi dan pembuat kebijakan.

Pembangunan sektor pertanian berkaitan dengan pemanfaatan sumberdaya alam untuk memenuhi kebutuhan umat manusia akan pangan dan energi, akan berdampak terhadap kelestarian lingkungan bila tidak dikelola dengan baik, sehingga pengembangan ilmu dan teknologi pertanian, termasuk teknologi budidaya, dimasa sekarang, selain tetap fokus pada produksi, juga harus memperhatikan aspek lingkungan dan kesehatan bagi konsumen

Tanaman selain sebagai penghasil pangan, serat dan biofuel, juga berperan dalam siklus air, oksigen dan CO₂ di troposfer dekat permukaan bumi, dapat meredam emisi Gas Rumah Kaca (GRK) khususnya CO₂, sehingga perlu dikembangkan sistem budidaya yang, produktif, arif terhadap lingkungan dan sehat bagi konsumen dan produsen. Tanaman melon (*Cucumis melo* L.) adalah salah satu jenis tanaman hortikultura, yang banyak dikembangkan oleh masyarakat termasuk di Sul-Sel. Melon merupakan salah satu bahan konsumsi buah-buahan yang digemari masyarakat luas. Buah melon umumnya dikonsumsi sebagai buah segar untuk mencuci mulut atau melepas dahaga. Selain itu, buah melon biasa dijadikan pencampur minuman atau dibuat juice, bahkan dewasa ini buah melon mulai dijadikan bahan baku industri minuman (Rukmana, 1994). Tanaman melon merupakan tanaman merambat dan mempunyai alat pembelit yang muncul pada setiap ketiak daun (Safhinurhi, 2011).

Dalam budidaya melon, pemangkasan dan perampakan buah merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan produksi dan kualitas buah yang biasanya diukur dari bobot buah segar, diameter buah ketebalan daging dan rasa. Satu tanaman melon biasanya tumbuh 3 cabang utama,, setiap cabang berkembang beberapa bakal buah. Petani biasanya hanya menyisahkan 1 cabang utama dan satu buah, dua cabang yang lainnya dipangkas karena dapat mengurangi kualitas buah, padahal cabang-cabang yang dipangkas tersebut kalau dipertahankan sampai waktu tertentu dapat menyumbang oksigen ,dan meredam emisi CO₂ ke atmosfer sebagai GRK. Gas CO₂ merupakan sumber karbon utama bagi pertumbuhan tanaman. Pengaruh fisiologis utama dari kenaikan CO₂ adalah meningkatnya laju asimilasi (laju pengikatan CO₂ untuk membentuk karbohidrat, fotosintesis) di dalam daun. (Mir Alam *et al*, 2008).

Sebatang pohon selama hidupnya diprediksi mampu menyerap 7.500 gram karbon. Karena alasan inilah tumbuhan dikenal sebagai pelaku carbon sinks. Sumber lain menyebutkan bahwa secara taksiran kasar, dalam satu hari sebatang pohon menyerap CO₂ antara 20 dan 36 gram per hari. Bila di pekarangan rumah terdapat 10 buah pohon, maka pohon tersebut memberikan kontribusi menyerap CO₂ sebanyak 5,6 – 10,08 kg atau menyimpan 750 kg karbon selama tanaman itu tumbuh di sana. Suatu estimasi dilaporkan bahwa 1 acre (0,405 ha) luas pertanaman di Amerika dalam setahun menyerap CO₂ yang setara dengan CO₂ yang diemisikan oleh sebuah mobil yang menempuh jarak 26.000 mile (41.842,944 km); dan menurut sumber tersebut 0,405 ha (kurang dari setengah hektar) luas lahan berpepohonan di Brooklyn cukup untuk mengkompensasi penggunaan bahan bakar oleh sebuah mobil yang menempuh jarak 7.200 – 8700 mile (11.587,27 – 14.001,29 km)

Tumbuhan selain sebagai *sink* CO₂, juga berkontribusi sebagai *source* oksigen, sebagai unsur yang sangat vital dalam kehidupan. Hasil estimasi ilmiah menunjukkan bahwa dalam sejam satu lembar daun memproduksi oksigen sebanyak 5 ml, sehingga bila rata-rata jumlah daun per pohon 200 lembar, maka 10 pohon disekitar rumah akan menyumbang oksigen sebanyak $10 \times 100 \times 200 \times 5 \text{ ml} = 1.000 \text{ liter per jam}$. Angka ini setara dengan jumlah kebutuhan oksigen untuk pernapasan sebanyak 18 orang (kebutuhan oksigen untuk satu orang bernapas adalah 53 liter per jam). (Rachman, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah dan waktu pemangkasan cabang utama terhadap kualitas buah melon, Memprediksi sumbangan oksigen dan CO₂ yang terikat pada tanaman berdasarkan bobot kering tanaman. Hasil Penelitian ini dapat menjadi sumber informasi dalam pengembangan IPTEK budidaya melon yang produktif, sehat dan arif terhadap lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lahan petani melon di Majennang, Kecamatan Suppa Kabupaten Pinrang yang berlangsung April hingga Juni 2015

Rancangan Penelitian

Rancangan kelompok berjenjang, dengan menentukan tanaman yang akan dipangkas secara berurutan sesuai dengan perlakuan, dengan asumsi keragaman tanah, dan tanaman yang akan dipangkas relatif kecil. Perlakuan pemangkasan terdiri dari:

Percobaan I (Pemangkasan cabang utama)

P1 = pemangkasan 2 cabang utama dengan menyisahkan 2 buku pada pangkal cabang

P2 = Pemangkasan 2 cabang utama pada pangkal cabang

P3 = pemangkasan 1 cabang utama dengan menyisahkan 2 buku pada pangkal cabang

P4 = Pemangkasan 1 cabang utama pada pangkal cabang

Masing-masing perlakuan terdiri dari 2 unit tanaman yang di ulang 3 kali sehingga total 24 tanaman

Percobaan II (Waktu Pemangkasan)

Percobaan kedua adalah Waktu pemangkasan dan jumlah cabang utama terdiri dari

W0 = Tidak dipangkas cabang utama (3 cabang Utama)

W1 = dipangkas pada umur 27 HST

W2 = dipangkas pada umur 35 HST

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dari kedua percobaan tersebut yaitu, bobot buah, diameter buah dan ketebalan daging buah

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan analisis ragam, selanjutnya apabila efek perlakuan nyata maka untuk mengetahui beda antar perlakuan dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Prediksi Karbon dan Oksigen

Prediksi CO₂ dan Oksigen yang dihasilkan, hanya menggunakan prediksikasar berdasarkan hasil pengukuran dari penelitian lain dan publikasi ilmiah lainnya, antara lain: Prosedur Perhitungan Daya Serap Karbondioksida Per Satuan waktu (Sinambela, 2006 dan Purwaningsih, 2007) dan Brown, Lasco, Morikawa *et al dalam* Diana (2007), akumulasi karbon dalam tegakan pohon/tanaman dapat diprediksi dengan mengetahui bobot kering tanaman yaitu 50% bobot kering menggambarkan akumulasi karbon tanaman, Sedangkan prediksi oksigen berdasarkan rata-rata jumlah daun, dengan asumsi satu daun tanaman menghasilkan 15 mL oksigen/jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pemangkasan Cabang Utama terhadap Bobot Buah (gram), Diameter Buah dan Tebal Daging Buah

Jumlah cabang utama yang dipangkas, tidak berpengaruh nyata terhadap bobot buah, diameter dan tebal daging buah melon, bahkan ada kecendeungan bahwa tanaman yang dipangkas hanya satu cabang utama memberikan bobot yang lebih tinggi dibanding dengan 2 cabang utama yang dipangkas (konvensional yang dilakukan oleh petani (Tabel 1)

Tabel 1. Bobot, Diameter dan Tebal Daging Buah Melon (g) pada berbagai perlakuan pemangkasan

Perlakuan	Bobot buah (g/buah)	Diameter buah (cm)	Tebal daging buah (cm)
P1	2200	16,17	5,17
P2	2333	16,00	5,00
P3	2500	16,17	5,33
P4	2566	17,17	5,33

Keterangan:

P1 dan P2, satu batang utama

P3 dan P4, dua batang utama

Mempertahankan dua cabang utama cenderung menunjukkan bobot buah, diameter dan tebal daging buah yang lebih baik dibanding dengan mempertahankan hanya satu cabang utama (yang umumnya dipraktikkan oleh petani melon). Mutu produksi yang cenderung lebih baik disebabkan karena produksi asimilat dari daun sebagai “source” yang lebih banyak pada 2 cabang utama dibanding hanya satu cabang utama, yang selanjutnya ditranslokasikan ke buah sebagai “sink” mempengaruhi bobot buah, diameter dan tebal daging buah. Hal tersebut juga didukung oleh kesuburan tanah yang optimal untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman melon. Jumlah asimilat yang dihasilkan daun sebagai “source” yang selanjutnya ditranslokasikan ke buah (sink) akan mempengaruhi kualitas buah (Salisbury and Ross, 1978). Konsep hubungan

antara *source* dengan *sink* digunakan dalam menganalisis proses produksi tanaman (Murata dan Matsushima dalam Makarim dan Suhartatik, 2009). Pada kondisi tertentu *source* dan *sink* dapat menjadi faktor pembatas produksi, sehingga keseimbangan antara kapasitas *source* dan *sink* perlu diperhatikan dalam menata tanaman termasuk pemangkasan.

Pengaruh Waktu Pemangkasan Cabang Utama terhadap Bobot Buah (gram), Diameter Buah dan Tebal Daging Buah

Waktu pemangkasan berpengaruh nyata terhadap bobot buah melon. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa bobot buah yang tidak dipangkas berbeda nyata dengan yang dipangkas pada umur 27 HST dan 35 HST, akan tetapi menunda waktu pemangkasan 35 HST tidak berbeda nyata dengan pemangkasan pada umur 27 HST. (Tabel 2). Diameter buah dan tebal daging buah tidak berpengaruh nyata. Menunda waktu pemangkasan dari 27 HST ke 35 HST cenderung menurunkan kualitas buah melon. Hal ini mungkin disebabkan karena pada saat pemangkasan ada pelukaan pada tanaman yang memungkinkan tanaman “shock atau stress”, sehingga mempengaruhi proses metabolisme tanaman termasuk translokasi asimilat. Tanaman yang masih relatif mudah memiliki kemampuan bertahan terhadap tekanan lingkungan dibanding dengan tanaman yang relatif tua, selain itu tanaman/jaringan tanaman yang relatif mudah proses recovery sel lebih cepat (Salisbury and Ross, 1978).

Tabel 2. Bobot, Diameter dan Tebal Daging Buah Melon (g) pada berbagai perlakuan Waktu pemangkasan

Perlakuan	Bobot buah (g/buah)	Diameter buah (cm)	Tebal daging buah (cm)
Tidak dipangkas (W0)	2850,00 ^a	17,3	5,3
Dipangkas pada umur 27 HST (W1)	2450,00 ^b	16,6	5,2
Dipangkas pada umur 35 HST (W2)	2266,67 ^b	15,4	4,9

Keterangan:

a dan b berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada tingkat kepercayaan 5 %

Prediksi Karbon Dioksida yang Terikat dan Oksigen yang dihasilkan

Untuk memprediksi CO₂ yang terikat dan oksigen yang dihasilkan dari bahan tanaman yang di pangkas dilakukan konversi dari bahan organik pangkasan dan berangkasan tanaman. Prediksi kandungan karbon pada pangkasan tanaman di sajikan pada tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa akumulasi karbon pada pangkasan 2 cabang utama sekitar 60 % lebih tinggi di banding dengan pangkasan 1 cabang utama, dengan kata lain bahwa memangkas 1 cabang utama memutuskan priode tanaman untuk menyerap karbon yang cukup tinggi untuk meredam emisi karbon ke atmosfer, serta menyumbangkan oksigen bagi kehidupan.

Tabel 3. Bobot Kering Pangkasan Tanaman dan Akumulasi CO₂ pada berbagai perlakuan pemangkasan

Perlakuan	Bobot Kering pangkasan (g/tanaman)	Akumulasi karbon (g/tanaman)	Keterangan
Pangkas 2 cabang	42,8	21,40	
Pangkas 1 cabang	17,3	8,65	
Tidak ada pemangkasan		0	

Tabel 4. Bobot Kering Berangkasan Tanaman dan Akumulasi CO₂ pada berbagai perlakuan pemangkasan

Perlakuan	Bobot Kering berangkasan (g/tanaman)	Akumulasi karbon (g/tanaman)	Keterangan
Pangkas 2 cabang	41,5	20,75	
Pangkas 1 cabang	83,5	41,75	
Tidak ada pemangkasan	100,9	50,45	

Tabel 4 menunjukkan bahwa memangkas hanya satu cabang utama (mempertahankan 2 cabang utama) dapat mengikat karbon 41,75 g/tanaman, 50 % lebih tinggi dibanding dengan hanya mempertahankan 1 cabang utama yaitu 20,75 g/tanaman. Kalau dalam 1 ha tanaman melon dengan populasi 13.000 tanaman, maka mempertahankan 2 cabang utama dapat mengakumulasi karbon 542 kg C/ha, sedangkan mempertahankan hanya 1 cabang utama hanya mengakumulasi karbon sekitar 266 kg C/ha, dengan kata lain satu cabang utama dapat mengakumulasi 270-an kg C/ha dalam jangka waktu 60 – 65 hari atau sekitar 3,8- 4,5 kg C/hari/ha. Nilai tersebut cukup signifikan dalam meredam emisi karbon ke atmosfer, jika dibandingkan dengan jumlah serapan karbon tanaman pohon 7,5 kg/pohon selama hidupnya (Rohman, 2009). Sumber lain menyebutkan bahwa 1 pohon dapat menyerap karbon 20 – 36 g/hari

Selain sebagai *sink* karbon, tanaman juga berfungsi sebagai *source* oksigen yang merupakan kebutuhan vital bagi keberlangsungan kehidupan, selama proses fotosintesis, tanaman selain mengikat karbon, juga melepaskan oksigen. Hasil estimasi ilmiah menunjukkan bahwa 1 lembar daun dapat memproduksi oksigen sebanyak 5 ml. Jika 1 cabang utama melon terdapat 20 daun berarti menghasilkan 100 ml oksigen/jam, sehingga dalam 1 ha tanaman melon dengan populasi 13.000 tanaman dapat menghasilkan 1300 liter oksigen untuk satu cabang utama. Dengan kata lain kalau kita pertahankan 2 cabang utama dapat menghasilkan 2600 liter oksigen/jam. Angka tersebut setara dengan jumlah kebutuhan oksigen untuk pernapasan 49 orang (kebutuhan oksigen untuk satu orang bernapas 53 liter/jam (Rachman, 2009). Satu cabang utama tanaman melon dapat memenuhi kebutuhan oksigen 24 orang

Kalau 13.000 liter oksigen tersebut dikalikan dengan harga oksigen di apotek Rp. 25.000/liter, berarti 1 cabang utama melon menghasilkan oksigen setara dengan Rp.325 juta per jam per ha. Sumber lain mengungkapkan bahwa kebutuhan udara manusia yang diperoleh secara gratis dari udara ini berkisar 2.880 liter oksigen dan 11.376 liter nitrogen per hari. Kalau harga oksigen di apotek adalah sekitar Rp. 25.000/ ltr dan nitrogen adalah Rp. 9.950/ltr, maka sebenarnya Tuhan telah menyediakan bumi untuk mensubsidi kehidupan kepada kita sebesar Rp. 170 juta/hari/orang.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mempertahankan 2 cabang utama tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas buah melon, bahkan cenderung menghasilkan bobot buah, diameter dan tebal daging buah yang lebih baik dibanding dengan mempertahankan hanya satu cabang utama

2. Menunda waktu pemangkasan dari 27 HST ke 35 HST cenderung menurunkan kualitas buah, namun tidak berpengaruh nyata secara statistik, disisi lain dapat mengakumulasi karbon sekitar 27 kg C/Ha serta menyumbang oksigen sekitar 910.000 liter dalam jangka waktu 7 hari (menunda pemangkasan 7 hari)
3. Prediksi CO₂ yang terakumulasi dalam satu cabang utama sekitar 21 g C/cabang atau 270 kg C/Ha dalam waktu 60 – 65 hari
4. Prediksi oksigen yang dihasilkan dalam satu cabang utama 13.000 liter/jam/Ha, dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk pernapasan perjam 24 orang. Jumlah oksigen tersebut setara dengan Rp.325 juta, dengan harga oksigen Rp.25.000/liter

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Unsulbar atas dukungan dana penelitian ini melalui DIPA. Kepada Bapak Nurdin atas dukungan lahan penelitian

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diana, R., 2007. Akumulasi Karbon pada Beberapa Jenis Pionir pada Hutan Sekunder dan Hutan Tanaman Industri di Kalimantan Timur. Rimba Kalimantan Fak.Kehutanan Unmul. Vol 12.1
- [2] Makarim, K dan E. Suhartatik, 2009. Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi. Dalam Suryanto dkk (eds). Padi Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. BBPTP. BPPP. Bogor
- [3] Mir Alam, Nasaruddin dan Darmawan, 2008. Potensi CO₂ dari bahan organik dalam meningkatkan CO₂ internal dan aktifitas fotosintesis tanaman kedelai. Jurnal Agrivigor vol 7 no 2. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar
- [4] Purwaningsih, S. 2007. Kemampuan Serapan Karbondioksida pada Tanaman Hutan Kota di Kebun Raya Bogor. Skripsi. Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor.
- [5] Rohman, A.S., 2009. Penyerap CO₂ Pencemar, Penghasil Oksigen dan Penyimpan Karbon. Harian Pikiran Rakyat 7 Desember 2009
- [6] Rukmana, R., 1994. Budidaya Melon Hibrida. Kanisius, Yogyakarta.
- [7] Salisbury, F.B & Ross, C.W. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 11, Laju Fotosintesis Berbagai Spesies Tumbuhan. Lukman DR, Sumaryono; penerjemah; Bandung: Penerbit ITB.
- [8] Safhinurhi, 2011, Budidaya Melon, [Http://www.digilib.unimus.ac.id](http://www.digilib.unimus.ac.id), Diakses pada tanggal 23 Desember 2014, pukul 07. 21 WITA.
- [9] Sinambela, T. S. P. 2006. Kemampuan Serapan Karbondioksida 5 (lima) Jenis Tanaman Hutan Kota. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

KANDUNGAN KAROTEN JAGUNG LOKAL SULAWESI SELATAN UNTUK SELEKSI JAGUNG PROVITAMIN A

Juhriah¹, Mir Alam², A. Masniawati¹

¹ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin Makassar

² Fakultas Pertanian Universitas Indonesia Timur Makassar

juhriah@gmail.com

Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk dan penderita defisiensi vitamin A membutuhkan produk pangan dengan kandungan provitamin A yang tinggi. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kandungan karoten dari 9 generasi 2 hasil selfing jagung lokal Sulawesi Selatan, 2 calon varietas jagung provitamin A asal CIMMYT dan 2 varietas nasional. Penanaman benih jagung dilaksanakan di KP Balitsereal Maros disusun dalam rancangan Acak Kelompok (RAK) 13 perlakuan dan 3 kelompok. Analisis total karoten dengan spektrofotometer dan β -karoten dengan High Performance Liquid Chromatography (HPLC) di Balai Besar Pasca Panen Bogor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan total karoten jagung lokal Sulawesi Selatan lebih rendah dari jagung asal CIMMYT, tetapi kadar beta karoten tidak berbeda nyata dengan jagung asal CIMMYT

Kata Kunci: karoten, jagung lokal, Sulawesi Selatan, CIMMYT.

Karakter Morfologi dan Hasil Beberapa Genotipe Jagung Hibrida pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan

Suwardi dan Andi Takdir M.
Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi 274 Maros, Sulawesi Selatan 90514
e-mail: wardisereal@yahoo.co.id

Abstrak

Varietas jagung toleran terhadap cekaman kekeringan diperlukan untuk mengantisipasi perubahan iklim yang tidak menentu yaitu tanaman saat tertentu membutuhkan air namun air kurang tercukupi. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh tingkat cekaman air terhadap karakter agronomis dan hasil dari berbagai genotipe jagung. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Maros, Balai Penelitian Tanaman Serealia. Kegiatan penelitian dilaksanakan bulan Juli sampai Oktober 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri 2 (dua) faktor. Faktor pertama pemberian air yaitu: (1) Perlakuan normal pemberian air dilakukan dengan interval waktu 10-15 hari sampai menjelang masak fisiologis, (2) perlakuan cekaman kekeringan sedang pada 2 minggu sebelum berbunga tidak diiri kemudian diiri kembali 2 minggu setelah fase berbunga sampai menjelang masak fisiologis, (3) perlakuan cekaman kekeringan berat pada 2 minggu sebelum berbunga tidak diiri masak fisiologis. Faktor kedua jenis : genotipe CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7, dan CH8 dan Varietas Gumarang, Bima 3, NK22 dan Bisi-2 (sebagai pembanding). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tertinggi pada kondisi normal genotipe CH5 (11,16 t/ha), cekaman sedang CH4 (10,68 t/ha) dan cekaman berat CH 5 (8,40 t/ha). Toleransi kekeringan konstan pada kondisi cekaman sedang dan cekaman berat yaitu genotipe CH1, CH2 dan CH3 adalah agak toleran, dan CH4, CH5, CH 7 dan CH8 adalah peka.

Kata kunci: agronomis, hasil, jagung dan kekeringan

1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman pangan yang sangat penting setelah padi baik jagung sebagai bahan pangan dan pakan. Kendala usaha peningkatan produksi jagung yang utama adalah sebagian besar jagung berada di lahan kering dengan ketersediaan air terbatas. Menurut Subandi (1998) melaporkan bahwa peningkatan produksi jagung menghadapi kendala terutama sebagian besar areal tanaman jagung ditanam pada lahan marginal/kering yang memiliki produktivitas rendah. Untuk peningkatan produksi jagung di lahan kering dapat diatasi dengan penggunaan varietas jagung yang tahan terhadap cekaman kekeringan.

Tanaman jagung yang tumbuh pada kondisi keterbatasan air dapat mengalami defisit air sehingga sulit memberikan hasil sesuai dengan potensi yang dimilikinya, yang berpengaruh secara langsung terhadap berbagai proses fisiologi dalam tanaman, defisit air juga mengurangi daya tanaman dalam menyerap unsur hara (Mapegau, 2001). Setiap proses pertumbuhan tanaman membutuhkan air untuk pengantar unsur hara. Tingkat kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama, hal ini berhubungan proses biologis dan morfologi tanaman (Kramer, 1983).

Tanaman jagung mendapat cekaman air secara umum ditandai dengan menggulungnya daun yang terjadi pada siang hari yang memiliki tujuan untuk mengurangi dehidrasi daun akibat cahaya matahari yang mengakibatkan peningkatan suhu lingkungan tanaman. Pada umumnya kekeringan pada masa vegetatif tidak berakibat langsung terhadap hasil, sedangkan kekeringan menjelang pembungaan, saat berbunga dan setelah pembungaan menurunkan hasil yaitu 25%, 50% dan 20% (Denmead *et al.*, 1960).

Cekaman kekeringan berpengaruh yang kompleks terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Secara morfologi dan fisiologi cekaman air pengaruhnya dapat terlihat penampilan luas daun, kecepatan keluarnya daun, aktivitas asimilasi CO₂, membuka dan menutupnya stomata, dan kecepatan pertumbuhan biji dan pengisian biji (Silair, *et al.*, 2001). Cekaman kekeringan menurunkan luas daun, menurunkan kecepatan proses fotosintesis dan alokasi asimilat dari tajuk ke akar (Ear, *et al.*, 2003). Tanaman yang tercekaman kekeringan secara umum mempunyai ukuran daun yang lebih kecil dibanding dengan tanaman yang tumbuh normal yaitu berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif (Samanhudi, 2010). Pada kondisi cekaman kekeringan berat, berat kering akar meningkat 20% sehingga terjadi penurunan produksi biji (Taurichi, *et al.*, 2003).

Untuk mengatasi permasalahan lahan kering yang sumber air terbatas diperlukan seleksi genotipe terhadap tingkat cekaman kekeringan, sehingga mengetahui genotipe-genotipe yang tahan terhadap cekaman kekeringan. Varietas jagung yang tahan terhadap cekaman kekeringan diperlukan seleksi kekeringan dimulai sejak dari perkecambahan sampai akhir pertumbuhan vegetatif tanaman (Edmeads dan Deutsch, 1994).

Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap karakter agronomis, hasil dan komponen pada berbagai genotipe jagung.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Maros, Balai Penelitian Tanaman Serealia. Kegiatan penelitian dilaksanakan bulan Juli sampai Oktober 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri 2 (dua) faktor. Faktor pemberian air pertama yaitu : (1) Perlakuan normal pemberian air dilakukan dengan interval waktu 10-15 hari sampai menjelang masak fisiologis, (2) perlakuan cekaman kekeringan sedang pada 2 minggu sebelum berbunga tidak diiri kemudian diiri kembali 2 minggu setelah fase berbunga sampai menjelang masak fisiologis, (3) perlakuan cekaman kekeringan berat pada 2 minggu sebelum berbunga tidak diiri sampai masak fisiologis. Faktor kedua jenis : genotipe CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7, dan CH8 dan Varietas Gumarang, Bima 3, NK22 dan Bisi-2 (sebagai cek). Penanaman dilakukan dengan cara ditugal 2 biji per lubang dan 10 hst atau sebelum pemupukan 1 diperjarang 1 tanaman per lubang. Ukuran petak 6 m x 6 m tiap perlakuan 3 ulangan, total 108 petak. Pemberian pupuk Urea 300 kg/ha dan NPK Ponska (15:15:15) 250 kg/ha. Sepertiga takaran N, seluruh NPK Ponska diberikan pada 7 – 10 hst, dan sisanya N (2/3 dari takaran) diberikan 35 hst.

Pengamatan meliputi : (1) umur berbunga jantan dan betina (hr), (2) ASI (*Anthesis Silking Interval*) (hr), (3) tinggi tanaman (cm), (4) tinggi letak tongkol (cm), (5) produksi (t/ha), (6) panjang tongkol (cm), (7) diameter tongkol (cm), (8) bobot 1000 biji (g), (9) jumlah baris, jumlah biji dalam baris (11) toleransi kekeringan (12) toleransi kekeringan. Analisis ragam digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan uji BNT untuk mengetahui perbedaan dalam perlakuan.

Rumus indeks kekeringan (S) menurut Fischer dan Maurer (1978) dalam Banzinger, M. G. O., *at al.*, 2000 :

$$S = \frac{(1 - Y_p/Y)}{(1 - X_p/X)}$$

Dimana S = indeks toleransi kekeringan, Y_p =rata-rata suatu genotype yang mendapatkan cekaman kekeringan, Y = rata-rata suatu genotype yang tidak mendapatkan cekaman kekeringan, X_p =rata-rata dari seluruh genotype yang mendapatkan cekaman kekeringan, X = rata-rata dari seluruh genotype yang tidak mendapatkan cekaman kekeringan

Untuk menentukan tingkat toleransi kekeringan yaitu bila genotype nilai $S \leq 0,5$ maka genotype tersebut toleran kekeringan, $0,5 < S \leq 1,0$ termasuk genotype agak toleran dan bila $S > 1,0$ termasuk peka terhadap kekeringan.

Tabel 1. Varietas/genotipe jagung yang diuji dalam penelitian, Maros 2013

Varietas	Asal	Betina	Jantan
CH-1	2 x mal 01	SP006-FvB-69-BBB-B-B	Nei 9008
CH-2	3 x mal 01	SP009-FrB-71-BBB-1-2-1	Nei 9008
CH-3	4 x mal 01	SP007-FvB-86-BBB-B-B	Nei 9008
CH-4	6 x Mr 14	SP006-FvB-65-BBB-B-B	Mr 14
CH-5	7 x Mr 14	SP006-FvB-67-BBB-B-B	Mr 14
CH-6	8 x Mr 14	SP007-FvB-36-BBB-1-1-1	Mr 14
CH-7	9 x Mr 14	SP007-FvB-39-BBB-B-B	Mr 14
CH-8	10 x Mr 14	MKB 52-1-B-1-1-BB- 3-2-1-3-B	Mr 14
Gumarang	Chek 1		
Bima-3	Chek 2		
NK 22	Chek 3		
Bisi-2	Chek 4		

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam gabungan pada komponen morfologi menunjukkan bahwa perlakuan pemberian air normal, cekaman sedang dan cekaman berat (selanjutnya disebut “lingkungan”) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan ASI (*Anthesis silking interval*). Hal ini menunjukkan bahwa karakter morfologi varietas/genotipe dipengaruhi oleh lingkungan. Perbedaan varietas/genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, umur berbunga jantan dan umur berbunga betina, namun berpengaruh nyata terhadap ASI. Hal ini menunjukkan bahwa tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, umur berbunga jantan

dan umur berbunga betina tidak dipengaruhi lingkungan, sedang ASI dipengaruhi oleh lingkungan (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis sidik ragam gabungan komponen morfologi genotipe jagung hibrida. Balitsereal, Maros 2013.

Sumber keragaman	Tinggi tanaman (cm)	Tinggi Letak tongkol (cm)	Umur bunga jantan (hr)	Umur bunga betina (hr)	ASI (hr)
Lingkungan (L)	**	**	**	**	**
Ulangan	**	**	**	**	**
Genotipe (G)	tn	tn	tn	tn	*
L x G	**	**	**	**	**
KK (%)	5.06	7.73	1.93	2.06	40.55

tn : tidak nyata

* dan ** : masing-masing nyata pada taraf 1 (%) dan 5 (%)

Produksi jagung sangat dipengaruhi oleh beberapa karakter agronomi dan tingkat respon terhadap lingkungan untuk pertumbuhan setiap genotipe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis sidik ragam gabungan lingkungan tidak berpengaruh nyata terhadap produksi, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah biji dalam baris dan bobot 1000 biji, namun lingkungan berpengaruh nyata terhadap jumlah baris. Sedang genotipe tidak berpengaruh terhadap produksi, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris dan bobot 1000 biji, namun lingkungan berpengaruh nyata terhadap jumlah biji dalam baris (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa setiap genotipe memiliki kemampuan yang berbeda terhadap lingkungan sesuai dengan kemampuan tanaman itu sendiri. Tanaman yang tumbuh pada kondisi kadar air tersedia rendah dapat mengalami defisit air sehingga sulit memberikan hasil sesuai dengan potensi yang dimiliki tanaman itu sendiri (Mapegau, 2001).

Tabel 3. Analisis sidik ragam gabungan komponen hasil dan hasil genotipe jagung hibrida. Balitsereal, Maros 2013.

Sumber keragaman	Produksi (t/ha)	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)	Jumlah baris	Jumlah biji dalam baris	Bobot 1000 biji (g)
Lingkungan (L)	tn	tn	tn	**	tn	tn
Ulangan	tn	*	**	**	**	**
Genotipe (G)	tn	tn	tn	tn	**	tn
L x G	**	**	**	**	**	**
KK (%)	11.77	5.03	3.50	5.00	3.96	7.96

tn : tidak nyata

* dan ** : masing-masing nyata pada taraf 1 (%) dan 5 (%)

Tinggi tanaman dan tinggi letak tongkol varietas dan genotipe yang diuji pada perlakuan normal nilai tertinggi CH-1 dan terendah CH-8 (Tabel 4). Tanaman jagung pada kondisi normal dari berbagai varietas/genotipe akan memberikan kemampuan tumbuh dan berkembang sesuai karakter tanaman itu sendiri. Tinggi tanaman berkorelasi dengan tinggi letak tongkol yaitu semakin besar nilai tinggi tanaman maka nilai letak tongkol semakin besar. Menurut Gomes K.A dan Gomes A.A (1985) bahwa penampilan tanaman tergantung kepada genotipe, lingkungan dimana tanaman tersebut tumbuh dan interaksi antar genotipe dengan lingkungan.

Umur berbunga jantan dari berbagai varietas/genotipe menunjukkan bahwa umur tertinggi CH-3 (44.33 hari) dan terkecil CH-8 dan NK 22 (42.33 hari). Dari berbagai varietas/genotipe umur berbunga betina bervariasi tergantung jenis varietas/genotipe tanaman. Nilai tertinggi umur berbunga betina CH-2 (46.00 hari) dan terendah Gumarang (40.33 hari) (Tabel 4).

Nilai ASI (*Anthesis Silking Interval*) dari berbagai varietas/genotipe nilai tertinggi CH-2 dan Bisi-2 (2.00 hari) dan terendah CH-3, Bima-3 dan NK-22 (1.00 hari) (Tabel 4). Genotipe CH-1, CH-4, CH-5, CH-6, CH-7, CH-8 dan Gumarang nilai ASI tidak berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa genotipe tersebut memiliki kemampuan yang sama pada kondisi lingkungan yang sama (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh perlakuan normal terhadap tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan *anthesis interval silking* (ASI), Maros 2013.

Genotipe/ Varietas	Tinggi Tanaman (cm)	Tinggi Letak Tongkol (cm)	Umur Berbunga Jantan (hr)	Umur Berbunga Betina (hr)	Anthesis Silking Interval (hr)
CH – 1	198.93a	113.00a	42.66bc	44.00bcd	1.33ab
CH – 2	181.53bcd	93.93c	44.00ab	46.00a	2.00a
CH – 3	176.40cd	96.53bc	44.33a	45.33ab	1.00b
CH – 4	153.80e	78.40d	42.33c	43.66cd	1.33ab
CH – 5	195.40a	108.40ab	44.00ab	45.33ab	1.33ab
CH – 6	187.26abc	108.00ab	43.66ab	45.00abc	1.33ab
CH – 7	193.40ab	110.26ab	44.00ab	45.33ab	1.33ab
CH – 8	156.33e	76.73d	42.33c	43.66cd	1.33ab
Gumarang	177.53cd	82.53cd	38.66d	40.33e	1.66ab
Bima – 3	170.80d	84.40cd	44.00ab	45.00abc	1.00b
NK 22	177.86cd	90.06cd	42.33c	43.33d	1.00b
Bisi-2	193.00ab	108.26ab	43.00abc	45.00abc	2.00a
Rata-rata	180.19	95.88	42.94	44.33	0.33
KK (%)	4.02	8.03	1.94	1.63	31.75

Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT.

Pertumbuhan tanaman pada cekaman sedang menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada genotipe CH- 7 (201.53 cm) dan terendah CH-8 (155.80 cm) (Tabel 5). Hasil analisis tinggi berpengaruh sangat nyata antar varietas/genotipe hal ini menunjukkan bahwa setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda terhadap lingkungan.

Tinggi letak tongkol perlakuan cekaman sedang nilai tertinggi CH-7 (121.26 cm) dan terendah CH-4 (84.73 cm) (Tabel 5). Pada perlakuan cekaman sedang menunjukkan bahwa tinggi letak tongkol berkorelasi dengan tinggi tanaman yaitu semakin tinggi nilai tinggi tanaman maka tinggi letak tongkol semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan cekaman kekeringan sedang kurang berpengaruh terhadap tinggi letak tongkol dari berbagai varietas/genotipe yang kemungkinan disebabkan perakaran tanaman tiap varietas/genotipe masih mampu mengimbangi lingkungan dalam menyerap unsur hara dalam tanah. Kemampuan tanaman untuk mempertahankan laju pertumbuhan pada kondisi tercekam kekeringan kemungkinan berhubungan dengan kemampuan perakaran menyerap air sehingga mampu mengimbangi laju transpirasi (Taufia A. dan Adie M. M., 2013).

Umur berbunga jantan nilai tertinggi CH- 6 (44.00 hari) dan terkecil Gumarang (39.00 hari), umur berbunga betina nilai tertinggi Bisi-2 (45.66 hari) dan terkecil Gumarang (40.00 hari), ASI nilai tertinggi CH-1 (2.00 hari) dan terkecil CH-3, Gumarang, Bima 3 (Tabel 5). Dari berbagai varietas umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan ASI pada perlakuan sedang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antar varietas/genotipe. Hal ini menunjukkan bahwa pada cekaman kekeringan sedang umur berbunga jantan dan betina, serta ASI masih relatif sama atau tidak signifikan perbedaan antar varietas/genotipe, sehingga kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan sedang kurang berpengaruh terhadap ASI. Namun cekaman kekeringan mempengaruhi proses metabolisme tanaman yang berakibat pada umur bunga jantan dan betina, serta nilai ASI terjadi keterlambatan fase reproduksi tanaman. Kekeringan akan menyebabkan penurunan pertumbuhan akar, penurunan panjang daun, indeks luas daun, dan keterlambatan memasuki fase reproduksi, serta penurunan hasil (Hirricks *et al.*, 2012).

Tabel 5. Pengaruh perlakuan cekaman kekeringan sedang terhadap tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan *anthesis interval silking* (ASI), Maros 2013.

Genotipe/ Varietas	Tinggi Tanaman (cm)	Tinggi Letak Tongkol (cm)	Umur Berbunga Jantan (hr)	Umur Berbunga Betina (hr)	Anthesis Silking Interval (hr)
CH – 1	181.86bcd	106.26bc	43.33ab	45.33a	2.00ab
CH – 2	184.33a-d	98.06cd	43.66ab	45.33a	1.66b
CH – 3	177.66cde	94.80cd	43.66ab	44.66a	1.00b
CH – 4	162.46ef	84.73de	42.33ab	43.66ab	1.33b
CH – 5	193.93abc	111.93ab	43.33ab	45.00a	1.66b
CH – 6	182.66bcd	105.00bc	44.00a	45.33a	1.33b
CH – 7	201.53a	121.26a	43.33ab	44.66a	1.33b
CH – 8	155.80f	74.46e	40.33c	42.00b	1.66b
Gumarang	191.60abc	89.13d	39.00c	40.00c	1.00b
Bima – 3	172.06def	88.60d	43.00ab	44.00ab	1.00b
NK 22	177.46cde	93.00cd	42.00b	43.66ab	1.66b
Bisi-2	196.80ab	123.33a	42.66ab	45.66a	3.00a
Rata-rata	181.51	99.20	42.55ab	44.11	1.55
KK (%)	5.23	7.56	2.22	2.51	38.63

Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT.

Pertumbuhan tanaman pada cekaman berat menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada genotipe CH- 5 (201.86 cm) dan terendah Bima 3 (166.2 cm) (Tabel 6). Hasil analisis menunjukkan bahwa tinggi tanaman berbeda sangat nyata antar varietas/genotipe, hal ini disebabkan oleh kemampuan tanaman untuk tumbuh berbeda sesuai dengan kemampuan masing-masing varietas/genotipe. Tanaman memiliki kemampuan pertumbuhan yang berbeda terhadap cekaman kekeringan berat yang menyebabkan tinggi tanaman berbeda. Respon tanaman terhadap kekeringan secara morfologi dapat berupa penghambatan pertumbuhan batang (Wu dan Cosgrove. 2000).

Tinggi letak tongkol perlakuan cekaman berat nilai tertinggi CH-5 (117.33 cm) dan terendah Gumarang (83.06 cm) (Tabel 6). Pada perlakuan cekaman kekeringan berat menunjukkan bahwa tinggi letak tongkol beberapa varietas/genotipe berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan cekaman kekeringan berat berpengaruh yang signifikan terhadap tinggi letak tongkol hal

ini disebabkan perakaran tanaman tiap varietas/genotipe memiliki kemampuan yang berbeda terhadap cekaman kekeringan.

Nilai tertinggi umur berbunga jantan CH-3 (44.33 hari) dan terendah Gumarang (39.00 hari), umur berbunga betina nilai tertinggi CH-7 (46.33 hari) dan terendah Bima 3 (41.66 hari) dan ASI nilai tertinggi Gumarang (2.66 hari) dan terendah CH-6 dan Bima 3 (1.00 hari). Umur berbunga jantan dan betina pada perlakuan cekaman kekeringan berat menunjukkan bahwa berbeda sangat nyata antar varietas. Hal ini mengindikasikan bahwa masing-masing varietas/genotipe pada cekaman kekeringan berat memiliki kemampuan yang berbeda terhadap cekaman kekeringan.

Tabel 6. Pengaruh perlakuan cekaman air berat terhadap tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan *anthesis interval silking* (ASI), Maros 2013.

Genotipe/ Varietas	Tinggi Tanaman (cm)	Tinggi Letak Tongkol (cm)	Umur Berbunga Jantan (hr)	Umur Berbunga Betina (hr)	Anthesis Silking Interval (hr)
CH – 1	191.46ab	108.20a	43.66ab	45.33a-d	1.66ab
CH – 2	198.40a	111.06a	43.33abc	45.00a-d	1.66ab
CH – 3	168.80cd	90.40b	44.33a	46.00ab	1.66ab
CH – 4	157.86d	82.20b	42.66bc	44.00cd	1.33ab
CH – 5	201.86a	117.33a	44.00ab	45.66abc	1.66ab
CH – 6	187.06abc	110.26a	44.00ab	45.00a-d	1.00b
CH – 7	199.00a	111.73a	44.00ab	46.33a	2.33ab
CH – 8	166.00d	90.80b	42.33c	43.66d	1.33ab
Gumarang	174.53bcd	83.06b	39.00d	41.66e	2.66a
Bima – 3	166.26d	88.26b	43.33abc	44.33bcd	1.00b
NK 22	171.93cd	95.00b	43.00abc	44.33bcd	1.33ab
Bisi-2	198.53a	110.60a	43.66ab	45.66abc	2.00ab
Rata-rata	181.11	99.91	43.11	44.75	1.63
KK (%)	5.71	7.60	1.58	1.97	47.10

Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT.

Nilai produksi tertinggi pada perlakuan normal adalah NK 22 (11.97 t/ha) dan terendah Gumarang (6,42 t/ha). Hasil analisis menunjukkan bahwa dari beberapa varietas/genotipe produksi berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa masing-masing varietas memiliki kemampuan produksi yang berbeda sesuai dengan kemampuan tanaman itu sendiri (Tabel 7). Pada lingkungan normal varietas Gumarang memiliki kemampuan produksi yang sangat rendah dibanding varietas/genotipe yang lain, karena varietas Gumarang adalah jenis jagung komposit yang produksinya lebih rendah dibanding jagung hibrida. Varietas Gumarang memiliki keunggulan tahan terhadap kekeringan dan berumur genjah sehingga sesuai sebagai cek dalam pengaruh cekaman kekeringan terhadap hasil.

Panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris, jumlah biji dalam baris dan bobot 1000 biji hasil analisis berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa varietas/genotipe masih memberikan kemampuan yang maksimal sesuai kemampuan tanaman itu sendiri. Namun tingkat kemampuan pada parameter tersebut antar varietas/genotipe sangat bervariasi.

Tabel 7. Komponen hasil dan hasil pada perlakuan normal. Balitsereal, Maros 2013.

Genotipe/ Varietas	Produksi (t/ha)	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)	Jumlah baris	Jumlah biji dalam baris	Bobot 1000 biji (g)
CH – 1	9.74cd	17.80e	4.70cde	13.73ab	37.73cd	336.67efg
CH – 2	9.24 d	19.13b-e	4.60ef	13.60ab	39.86abc	323.33ef
CH – 3	9.47 cd	18.26de	4.70cde	13.06 bcd	37.00d	380.00cd
CH – 4	10.57bcd	19.00b-e	4.90abc	12.13de	40.26ab	380.00cd
CH – 5	11.16ab	19.40bcd	5.10a	14.13a	38.73bcd	396.67bc
CH – 6	10.19bcd	19.73abc	4.90abc	12.80bcd	41.80 a	426.67b
CH – 7	10.07bcd	20.40ab	4.80cde	12.53cde	41.46a	366.67cde
CH – 8	10.80 abc	18.33b-e	4.83bcd	13.60ab	39.00bcd	363.33cde
Gumarang	6.42e	16.06f	4.43fg	12.93bcd	34.00e	300.00g
Bima – 3	9.26d	17.86e	4.66de	13.60ab	38.20bcd	310.00g
NK 22	11.97a	21.13a	5.03 ab	13.20abc	39.20bcd	480.00a
Bisi-2	9.92bcd	18.81cde	4.33g	11.60e	40.20ab	350.00def
Rata-rata	9.90	18.83	4.75	13.80	38.95	367.77
KK (%)	7.97	4.46	2.69	4.78	3.34	6.17

Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT.

Hasil analisis menunjukkan bahwa produksi pada perlakuan cekaman kekeringan sedang berbeda nyata. Dari berbagai varietas/genotipe produksi sangat bervariasi nilainya sesuai dengan kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan sedang. Hasil dari berbagai varietas/genotipe dengan perlakuan cekaman kekeringan sedang menunjukkan bahwa nilai produksi tertinggi NK 22 (12.18 t/ha) dan terendah Gumarang (5.20 t/ha) (Tabel 8).

Panjang tongkol nilai tertinggi NK 22 (20.40 cm) dan terendah Gumarang (15.73 cm), diameter tongkol tertinggi CH-5 (5.06 cm) dan terendah Bisi-2 (4.40 cm), jumlah baris tertinggi CH-5 (14.53) dan terendah CH-4 (11.60), jumlah biji dalam baris tertinggi CH-7 (42.13) dan terendah Gumarang (33.93) dan bobot 1000 biji tertinggi NK 22 (470.00 g) dan terendah Gumarang 286.67 g) (Tabel 8). Hasil analisis pada berbagai parameter tersebut berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan berbeda terhadap hasil dan komponen hasil.

Pada perlakuan cekaman kekeringan sedang (NK 22) menunjukkan bahwa nilai produksi dipengaruhi oleh panjang tongkol dan bobot 1000 biji, sedang parameter yang lain kurang berpengaruh terhadap produksi. Hal ini menunjukkan bahwa varietas NK 22 memiliki interaksi dan respon yang optimal terhadap lingkungan (cekaman kekeringan sedang) yaitu memiliki hasil yang lebih tinggi. Penampilan tanaman tergantung kepada genotipe, lingkungan respon tanaman terhadap lingkungan (Gomes K.A dan Gomes A.A.,1985).

Tabel 8. Pengaruh perlakuan cekaman kekeringan sedang terhadap komponen hasil dan hasil geotipe jagung hibrida. Balitsereal, Maros 2013.

Genotipe/ Varietas	Produksi (t/ha)	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)	Jumlah baris	Jumlah biji dalam baris	Bobot 1000 biji (g)
CH – 1	7.92 cd	18.53 bc	4.56 cd	13.46abc	38.86bcd	333.33cd
CH – 2	8.81bcd	18.66bc	4.53cd	14.13a	40.20abc	330.00d
CH – 3	7.90 d	19.06abc	4.63bcd	12.93bcd	38.40bcd	363.33bcd
CH – 4	10.68 ab	19.93ab	4.90 abc	11.60e	40.80ab	376.67bc
CH – 5	10.22bc	20.33a	5.06a	14.53a	37.60cd	406.67b
CH – 6	8.66 cd	19.86 ab	4.80abc	12.80bcd	40.73ab	400.00b
CH – 7	9.24bcd	19.86 ab	4.63bcd	12.40cde	42.13a	340.00cd

CH – 8	9.47bcd	18.73bc	4.96 ab	13.86ab	38.60bcd	353.33cd
Gumarang	5.20e	15.73d	4.56cd	12.40cde	33.93e	286.67e
Bima – 3	9.62bcd	17.86c	4.80abc	13.86ab	36.33de	346.67cd
NK 22	12.18a	20.40a	4.76a-d	13.73ab	37.40cd	470.00a
Bisi-2	9.04bcd	19.46ab	4.40d	12.26ed	39.60abc	363.33bcd
Rata-rata	9.08	19.004	4.72	13.16	38.72	364.17
KK (%)	11.42	3.95	4.08	4.79	3.99	6.51

Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT.

Tabel 9 memperlihatkan bahwa produksi tertinggi varietas NK 22 (8.10 t/ha) dan terendah Gumarang (2.34 t/ha). Sedang genotipe CH-5 (8.40 t/ha), CH-6 (7.62 t/ha) dan CH-7 (6.43 t/ha) lebih tinggi dari pembandingan Gumarang, Bima 3 dan Bisi-2. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe tersebut lebih unggul dibanding dari aspek produksi pada cekaman kekeringan berat. Hasil analisis produksi dari berbagai varietas/genotipe berbeda nyata, hal mengindikasikan bahwa setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda terhadap lingkungan. Tanaman yang memiliki kemampuan bertahan lebih besar terhadap cekaman kekeringan berat, maka akan produksi akan lebih tinggi dibanding yang kurang mampu bertahan.

Rata-rata panjang tongkol tertinggi CH-6 (18.86 cm) dan terendah Gumarang (13.38 cm). Hasil analisis panjang tongkol berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa cekaman kekeringan berat akan mempengaruhi panjang tongkol yang diakibatkan oleh kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan yang berbeda.

Diameter tongkol nilai tertinggi CH-5 (4.90 cm) dan terkecil Gumarang (3.96 cm). Dari berbagai varietas/genotipe menunjukkan bahwa cekaman kekeringan berat berbeda nyata terhadap diameter tongkol. Diameter tongkol sangat dipengaruhi oleh kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan berat dalam pembentukan diameter tongkol.

Jumlah baris tiap tongkol nilai tertinggi CH-5 (14.53) dan terendah CH-4 (11.60), jumlah biji dalam baris nilai tertinggi Bisi-2 (40.33) dan terendah Gumarang (32.20) (Tabel 9). Jumlah baris dan jumlah biji dalam baris dari berbagai varietas/genotipe hasil analisis berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa jumlah baris dan jumlah biji dalam baris tiap varietas/genotipe dipengaruhi oleh kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan berat. Jumlah baris dan jumlah biji dalam baris juga dipengaruhi oleh tingkat kesempurnaan dalam penyerbukan. Tingkat penyerbukan dipengaruhi oleh tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan berat. Tanaman yang kurang tahan terhadap cekaman kekeringan berat maka penyerbukan akan terhambat, sehingga mengurangi jumlah baris dan jumlah biji dalam baris.

Bobot 1000 biji nilai tertinggi NK 22 (376.67 g) dan terendah Gumarang (250.00 g). Hasil analisis menunjukkan bahwa bobot 1000 biji berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa dari berbagai varietas/genotipe memiliki kemampuan yang berbeda terhadap cekaman kekeringan berat. Cekaman kekeringan berat akan mempengaruhi pembentukan biji tiap varietas/genotipe, namun tingkat pembentukan biji sangat dipengaruhi oleh kemampuan masing-masing varietas/genotipe. Jones dan Simmons (1983), Blanos dan Edmeades (1996) melaporkan bahwa cekaman kekeringan pada saat pengisian biji jagung sangat

berepengaruh terhadap berat biji karena berkurangnya laju pertukaran karbon atau berkurangnya masa pengisian biji dan kurang lebih 75% variasi pengisian biji pada kondisi kekeringan ditentukan oleh variasi tongkol dan biji/tanaman.

Tabel 9. Pengaruh perlakuan cekaman kekeringan berat terhadap komponen hasil dan hasil gebotipe jagung hibrida. Balitsereal, Maros 2013.

Genotipe/ Varietas	Produksi (t/ha)	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)	Jumlah baris	Jumlah biji dalam baris	Bobot 1000 biji (g)
CH – 1	4.52 d	16.60bc	4.20fg	13.06bcd	36.40bcd	233.33c
CH – 2	6.00bcd	16.80abc	4.40c-f	14.00ab	35.93cde	253.33 c
CH – 3	4.99cd	16.01c	4.33 def	12.80b-e	34.66def	290.00bc
CH – 4	6.62a-e	18.11abc	4.66abc	11.60e	37.80abc	286.67bc
CH – 5	8.40 a	18.40ab	4.90 a	14.53a	38.06abc	343.33ab
CH – 6	7.62 ab	18.86a	4.63 a-d	12.53cde	39.40ab	370.00a
CH – 7	7.07 abc	18.20abc	4.53 b-e	12.80b-e	38.13abc	280.00bc
CH – 8	6.34a-d	17.53abc	4.56 bcd	13.33ab	35.53cde	283.33bc
Gumarang	2.34e	13.38d	3.96g	12.40cde	32.20f	176.67d
Bima – 3	5.47cd	16.89abc	4.46c-f	13.33abc	32.29ef	250.00c
NK 22	8.10a	18.26ab	4.83ab	13.73abc	33.26ef	376.67a
Bisi-2	5.68bcd	18.80ab	4.23efg	11.86de	40.33a	290.00bc
Rata-rata	6.10	17.32	4.47	13.00	36.22	286.11
KK (%)	18.03	6.58	3.61	5.40	4.54	11.66

Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT.

Hasil analisis indeks kekeringan menunjukkan bahwa CH-1, CH-2, CH-3 dan Gumarang pada cekaman kekeringan sedang adalah 0.52 - 0.97, sedang pada cekaman kekeringan berat 0.26 - 0.98 dengan toleransi kekeringan agak toleran (AT). Hal ini mengindikasikan bahwa genotipe tersebut memberikan nilai penurunan hasil yang lebih kecil dibanding dengan varietas/genotipe yang lain. Semakin kecil nilai penurunan hasil dari lingkungan normal ke berbagai tingkat cekaman kekeringan maka varietas/genotipe tersebut semakin toleran terhadap kekeringan.

Varietas/genotipe CH-4, CH5, CH-7, CH-8 dan NK 22 nilai indeks kekeringan 1.14 - 1.38 dengan toleransi kekeringan yaitu peka pada kondisi cekaman kekeringan sedang dan berat. Hal ini mengindikasikan varietas/genotipe tersebut tingkat penurunan hasil dari normal ke berbagai tingkat cekaman kekeringan hampir sama yaitu nilainya lebih besar dari 1 (>1).

Varietas Bima 3 dan Bisi 2 toleransi kekeringan peka (1.07 dan 1.00) pada cekaman kekeringan sedang. Pada cekaman kekeringan berat toleransi kekeringan adalah agak toleran (0.26 dan 0.92). Hal ini mengindikasikan bahwa varietas tersebut pada cekaman kekeringan berat nilai penurunan hasil lebih kecil dibanding varietas/genotipe yang peka terhadap cekaman kekeringan.

Tabel 11. Rata-rata indeks kekeringan genotipe dan toleransi varietas jagung pada berbagai tingkat cekaman kekeringan. Balitsereal, Maros 2013.

Genotipe/ Varietas	Cekaman sedang		Cekaman berat	
	Indek kekeringan	Toleransi kekeringan	Indek kekeringan	Toleransi kekeringan
CH – 1	0.86	AT	0.69	AT
CH – 2	0.97	AT	0.98	AT
CH – 3	0.85	AT	0.78	AT
CH – 4	1.20	P	1.10	P
CH – 5	1.14	P	1.45	P

CH – 6	0.95	AT	1.30	P
CH – 7	1.02	P	1.19	P
CH – 8	1.05	P	1.05	P
Gumarang	0.52	AT	0.26	AT
Bima - 3	1.07	P	0.88	AT
NK 22	1.38	P	1.39	P
Bisi-2	1.00	P	0.92	AT

Keterangan : AT : Agak Toleran, P = Peka

4. KESIMPULAN

Karakter morfologi dan produksi dipengaruhi oleh tingkat cekaman kekeringan. Varietas/genotipe yang toleran terhadap cekaman kekeringan dengan dicirikan pendek pada morfologi tinggi tanaman dan letak tongkol, dan umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan nilai ASI lebih lama. Hasil biji tertinggi pada kondisi normal genotipe CH5 (11,16 t/ha), cekaman sedang CH4 (10,68 t/ha) dan cekaman berat CH 5 (8.40 t/ha). Varietas/genotipe CH-1, CH-2, CH-3 dan Gumarang dengan toleransi kekeringan agak toleran (AT) yaitu toleransi kekeringan konstan agak tahan pada cekaman kekeringan sedang dan cekaman kekeringan berat. Semakin kecil nilai penurunan hasil dari lingkungan normal ke berbagai tingkat cekaman kekeringan maka varietas/genotipe tersebut semakin toleran terhadap kekeringan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Denmead, O. T., & R. H. Shaw (1960). The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52 : 272 - 274.
- [2] Earl, H. J & R. F. Davis (2003). Effect of Drought Stress on Leaf and Whole Canopy Radiation Use Efficiency and Yield of Maize. *Agronomy Journal* 95:688-696. American Society of Agronomy.
- [3] Fernandes GCJ (1992). Effective Selection Criteria for Assessing Stress Tolerance. In: Kuo CG (Ed), *Proceedings of the international Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water stress*, Publication, Tainan Taiwan.
- [4] Fischer R.A and R. Maurer (1978). Drought Resistance in Spring Wheat Cultivar : I. Grain Yield Response. *Aust J Agric Res* (29): 897-912.
- [5] Gomez, K.A., A.A. Gomez. 1985. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 680 p.
- [6] Hirricks A., A. Rami., K. Laajaj., R. Choukr-Allah., S.E. Jacobsen., L. El Youssfi., & H. El Omari. 2012. Sweet Corn Water Productivity under Several Deficit Irrigation Regimes Applied during Vegetative Growth Stage using Treated Wastewater as Water Irrigation Source. *World Academy of Sci. Eng. and Tech.* 61: 840-847.

- [7] Jones, R.J., dan S.R. Simmons. (1983). Effect of Altered Source-sink Ratio on Growth of Maize Kernels. *Crop Science*, 23: P. 129–134.
- [8] Kramer, P. J. (1983). *Water Relations of Plants*. Academic Press, London.
- [9] Mapegau (2001). Pengaruh Pupuk Kalium dan Kadar Air Tanah Tersedia Terhadap Serapan Hara Tanaman Jagung Kultivar Arjuna. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 3, No. 2, 2001. Hal. 107-110.
- [10] Sinclair, R. R & Russell C. Muchow (2001). System Analysis of Plant Traits to Increase Grain Yield on Limited Water Supplies. *Agronomy Journal* 93:263-270. American Society of Agronomy.
- [11] Taufiq A. Dan Adie M.M. (2013). Pengaruh Kekurangan Air terhadap Karakter Agronomis dan Fisiologis Genotipe Kedelai Hitam. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Vol 32 (1) hal. 25-35.
- [12] Tourchi, M., H. E. Shashidhar & T. M. G. S. Hittalmani (2003). Performance of Backcrosses Involving Transgressant Doubled Haploid Lines in Rice under Contrasting Moisture Regimes. *Crop Science* 43:1448:1456.
- [13] Wahyudi, M.H., R. Setiamihardja, A. Baihaki & D. Ruswandi (2006). Evaluasi daya gabung dan heteris hibrida hasil persilangan dialel lima genotip jagung pada kondisi cekaman kekeringan. *Zuriat*. Vol. 17, No. 1, Januari-Juni.
- [14] Wu, Y., & D.J. Cosgrove (2000). Adaptation of Roots to Low Water Potential by Change in Cell Wall Extensibility and Cell Wall Proteins. *J. of Exp. Bot.* 51(350): p.1543 – 1553.
- [15] Samanhudi (2010). Pengujian Cepat Ketahanan Tanaman Sorgum Manis Terhadap Cekaman Kekeringan. *Agrosains* 12; 9-13.

Keragaman Hasil dan Toleransi Kekeringan Genotipe Jagung Terhadap Ketersediaan Air

Suwardi
Balai Penelitian Tanaman Serealia
wardisereal@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengetahui tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan pada genotype jagung yang diuji dan respon genotype jagung terhadap berbagai tingkat cekaman kekeringan. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Maros, Balai Penelitian Tanaman Serealia dan berlangsung bulan Juli sampai November 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri 2 (dua) faktor. Faktor pertama yaitu : Perlakuan normal, dan perlakuan cekaman sedang. Faktor kedua jenis genotype: CY2/MR14, CY7/MR14, CY10/MR14, CY12/MR14, CY15/MR14, CY16/MR14, CY2/NEI9008P, CY7/NEI 9008P, CY10/NEI 9008P, CY12/NEI 9008P, CY15/NEI 9008P, CY16/NEI 9008P, dan varietas Bima 11, DK 979, NK 33 (pembanding). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi tertinggi pada perlakuan normal adalah CY 10/MR 14 (8.66 t/ha), dan cekaman sedang CY 2/MR 14 (5.48 t/ha). Terdapat 3 genotype terbaik dengan indeks toleransi kecil yaitu CY 2/MR 14 (1.59), CY 2/NEI 9008P (1.72) dan CY 15/NEI 9008P (1.81). Genotipe tersebut memiliki indeks toleransi yang kecil sehingga sesuai untuk lahan-lahan sub optimal yaitu tingkat penurunan hasil yang kecil dari kondisi normal ke kondisi cekaman kekeringan.

Kata kunci : Hasil, toleransi, jagung dan ketersediaan air

1. PENDAHULUAN

Dampak pemanasan global yang paling berpengaruh terhadap produksi tanaman antara lain adalah kekeringan, peningkatan/penurunan curah hujan dan peningkatan suhu udara. Dalam periode Januari-Juli 2007, luas lahan pertanian yang mengalami kekeringan adalah 268,518 ha diantaranya mengalami fuso/gagal panen, untuk mengantisipasi permasalahan perubahan iklim (kekeringan) diperlukan tanaman yang tahan kekeringan (Irianto G. 2009).

Luas lahan kering yang potensial untuk pertanian mencapai sekitar 76,70 juta ha, 70,70 juta ha terletak di dataran rendah dan 5,50 juta ha di dataran tinggi. Sebagian besar dari lahan tersebut telah dimanfaatkan untuk pertanian, dan yang berpotensi untuk perluasan adalah 35,50 juta ha di dataran rendah dan 0,70 juta ha di dataran tinggi. Areal lahan kering yang berpotensi untuk jagung tersebar di beberapa pulau di Indonesia (Kurnia U., *et.al* 1996). Luas lahan kering yang sesuai dan belum dimanfaatkan untuk usahatani jagung adalah 20,5 juta ha terdiri dari 2,9 juta ha diantaranya di Sumatera, 7,2 juta ha di Kalimantan, 0,4 juta ha di Sulawesi, 9,9 juta ha di Maluku dan Papua, serta 0,06 juta ha di Bali dan Nusa Tenggara Timur (NTT) (Zubachtiroddin *et al.*, 2008).

Kendala utama pengembangan pertanian pada kawasan lahan kering yang pada umumnya didominasi oleh tanah ultisol antara lain keterbatasan atau kadar air tanah tersedia rendah. Tanaman jagung yang tumbuh pada

kondisi keterbatasan air dapat mengalami defisit air sehingga sulit memberikan hasil sesuai dengan potensi yang dimilikinya, yang berpengaruh secara langsung terhadap berbagai proses fisiologi dalam tanaman, defisit air juga mengurangi daya tanaman dalam menyerap unsur hara (Mapegau, 2001).

Berbagai respon yang timbul akibat cekaman kekeringan tergantung pada tingkat fase pertumbuhan dan lamanya waktu *stress*, jenis genotype tanaman, fase pertumbuhan dan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi *stress*. Respons tanaman terhadap cekaman kekeringan diawali dengan lintasan trasduksi signal dan dimanifestasikan dalam perubahan tingkat sel, fisiologis dan tingkat pertumbuhan (Bray, 1993). Dengan beberapa hasil induksi sel gen akan diperoleh suatu varietas yang tahan terhadap cekaman kekeringan dengan produksi optimal.

Tanaman jagung yang mengalami cekaman kekeringan pada fase pembungaan akan berpengaruh langsung terhadap produksi jagung. Uji cekaman kekeringan pada fase pembungaan sangat sesuai seleksi genotype jagung yang toleran cekaman kekeringan dengan melihat kemampuan mempertahankan atau penurunan potensi hasil. Wahyudi M.H., *et al.*, 2006, melaporkan bahwa laju fotosintesis setelah pembungaan tergantung pada efesiensi tanaman dalam menggunakan air yang terbatas selama pengisian biji.

Untuk dapat mengatasi permasalahan kekeringan/keterbatasan sumber air diperlukan varietas yang tahan terhadap kekeringan yang memiliki sifat yang kompleks dalam menghadapi cekaman kekeringan. Kekeringan didefinisikan sebagai suatu keadaan dimana terjadi kekurangan air dalam tanah dan tanaman, dalam fase tertentu akan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tingkat respon genotype jagung yang beragam terhadap kekeringan memberikan harapan untuk mendapatkan genotype jagung tahan terhadap kekeringan. Indikator genotype jagung tahan kekeringan dapat dievaluasi berdasarkan penurunan relatif biji yang dihasilkan pada kondisi cekaman air dibandingkan dengan pada kondisi normal (Banziger, *et.al.*, 2000). Genotype toleran kekeringan adalah gonotype yang masih bertahan hidup dan memberikan hasil pada kondisi ketersediaan air terbatas (Fisher, *et.al.*, 1978 dan Dahlan 2004).

Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan pada genotype jagung yang diuji dan respon genotype jagung terhadap cekaman kekeringan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Kebun Percobaan Maros, Balai Penelitian Tanaman Serealia. Kegiatan penelitian dilaksanakan bulan Juli sampai November 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri 2 (dua) faktor. Faktor pertama perlakuan pemberian air yaitu perlakuan pengairan normal (non stress), dan perlakuan cekaman kekeringan sedang pada 45 hst tidak diiri kemudian diiri kembali setelah fase berbunga sampai panen. Faktor kedua yaitu 12 genotype jagung yaitu CY2-A, CY7-A, CY10-A, CY12-A, CY15-A, CY16-A, CY2-B, CY7-B, CY10-B, CY12-

B, CY15-B, CY16-B, dan 3 varietas yaitu Bima 11, DK 979 dan NK 33 (sebagai pembanding). Terdapat 30 kombinasi perlakuan (15 normal, dan 15 cekaman sedang) dan setiap kombinasi diulang sebanyak 3 kali. Setiap petak perlakuan terdiri dari 15 genotype/varietas dan setiap genotype/varietas sebanyak 2 baris tanaman sepanjang 2 meter. Benih ditanam dengan cara ditugal sedalam 2-5 cm, setiap lubang sebanyak dua benih per lubang dengan jarak tanam 75 x 20 cm. Setelah satu minggu dilakukan penjarangan satu tanaman.

Pemberian pupuk urea 400 kg/ha, 72 kg/ha P_2O_5 , 12 kg/ha S, dan 90 kg/ha K_2O . Sepertiga Urea dan seluruh P, S, dan setengah K diberikan pada 7 - 10 hst dan sisanya urea ($\frac{2}{3}$ dari takaran) dan K (setengah dari takaran) diberikan pada 35 hst. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara ditugal \pm 5 cm dari tanaman dan ditutup kembali dengan tanah.

Parameter pengamatan komponen hasil meliputi panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris, jumlah biji dalam baris, kadar air panen dan produksi (ton/ha).

Indeks toleransi dihitung dengan $IT = Y_p - Y_s$ (Rosielle and Hambin 1981) (1)

Produktivitas rata-rata $MP = \frac{Y_p + Y_s}{2}$ (Rosielle and Hambin 1981) (2)

Indeks toleransi kekeringan $STI = \frac{Y_s \times Y_p}{(\bar{Y}_p)^2}$ (Fernandez, 1992) (3)

Indeks Kerentanan cekaman $SSI = \frac{1 - \frac{Y_s}{Y_p}}{SI}$ $SI = 1 - \left(\frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right)$ (Fischer and Maurer, 1978) (4)

Keterangan :

Y_s : Kondisi cekaman kekeringan

Y_p : Kondisi normal (tidak terjadi kekeringan)

\bar{Y}_s : Rata-rata suatu genotype yang tidak mendapatkan cekaman kekeringan

\bar{Y}_p : Rata-rata dari seluruh genotype yang mendapatkan cekaman kekeringan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter kadar air panen, diameter tongkol dan panjang tongkol berbeda sangat nyata antar genotype/varietas pada perlakuan normal dan cekaman sedang. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing genotype/varietas masih menunjukkan kemampuan yang berbeda pada kedua lingkungan. Pada perlakuan normal kadar air panen tertinggi pada genotype CY 10/MR 14 (24.13%) dan terendah genotype CY 7/NEI 9008P (20.6%), diameter tongkol terbesar CY 2/NEI 9008P (4.33 cm) dan terkecil CY 15/MR 14 (3.76 cm), panjang tongkol terpanjang DK 99 (15.92 cm). Pada perlakuan cekaman sedang kadar air panen tertinggi

pada genotipe NK 22 (27.60%) dan terendah genotipe CY 16/NEI 9008P (19.63%), diameter tongkol terbesar CY 10/NEI 9008P (4.18 cm) dan terkecil CY 16/MR 14 (3.20 cm), panjang tongkol terpanjang DK 99 (13.93 cm) dan terpendek CY 12/MR 14 (9.36 cm) (Tabel 1).

Dari Tabel 1 dapat diperoleh informasi bahwa masing-masing genotipe/varietas terdapat perbedaan terhadap kadar air panen, diameter tongkol dan panjang tongkol pada kondisi normal dan cekaman sedang, dengan perbedaan yang sangat nyata menunjukkan kesesuaian kemampuan tanaman terhadap perlakuan.

Nilai koefisien keragaman (KK) dari kadar air panen, diameter tongkol dan panjang tongkol mengalami kenaikan atau lebih tinggi dari perlakuan normal. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman akan mengalami perubahan kadar air panen, diameter tongkol dan panjang tongkol yang dipengaruhi oleh cekaman kekeringan. Semakin tinggi tingkat koefisien keragaman (KK) antar genotipe dalam peubah yang sama menunjukkan tingkat kemampuan tanaman terhadap cekaman. Kemampuan tanaman akan berbeda-beda dalam menghadapi adanya cekaman kekeringan. Setiap tanaman memiliki faktor pembatas dan daya toleransi terhadap lingkungan (Purwadi 2011 *dalam* Wahyu M. H., *et.al.*, 2006).

Tabel 1. Rata-rata komponen hasil dengan perlakuan pengairan normal dan cekaman sedang. Maros 2013.

Genotipe/ varietas	Perlakuan					
	Normal			Cekaman sedang		
	Kadar air panen (%)	Diameter tongkol (cm)	Panjang tongkol (cm)	Kadar air panen (%)	Diameter tongkol (cm)	Panjang tongkol (cm)
CY 2/MR 14	23.80	4.30	13.20	27.13	4.32	12.26
CY 7/MR 14	24.00	4.50	12.31	25.16	4.02	9.93
CY 10/MR 14	24.13	4.53	13.93	24.50	4.18	11.33
CY 12/MR 14	23.86	4.06	12.48	24.70	3.53	9.36
CY 15/MR 14	22.20	3.76	13.30	25.90	3.30	10.14
CY 16/MR 14	22.50	4.24	11.98	22.60	4.14	10.38
CY 2/NEI 9008P	23.53	4.33	12.58	21.90	3.58	11.12
CY 7/NEI 9008P	20.60	4.02	11.98	18.93	3.76	10.00
CY 10/NEI 9008P	22.73	4.18	12.44	26.13	4.06	10.46
CY 12/NEI 9008P	18.10	3.96	13.89	23.33	3.86	13.81
CY 15/NEI 9008P	21.76	4.06	10.87	23.96	4.10	10.28
CY 16/NEI 9008P	22.06	3.96	12.74	21.86	3.20	10.47
Bima 11	22.73	4.34	15.04	24.10	4.12	13.18
DK 979	24.53	4.12	15.92	25.53	4.11	13.93
NK 33	24.93	4.49	12.19	26.83	4.26	9.90
Rata-rata	22.764	4.19	12.99	24.17	3.90	11.10
Genotipe	**	**	**	**	**	**
KK (%)	6.16	4.73	9.39	10.25	12.77	13.04
LSD	2.34	0.33	2.04	4.09	0.83	2.42

Keterangan: * = berbeda nyata

** = berbeda sangat nyata

tn = tidak berbeda nyata berdasar uji Anova 5%.

Hasil analisis sidik ragam Tabel 2 menunjukkan bahwa parameter jumlah baris berbeda nyata antar genotipe/varietas, dan jumlah biji dalam

baris berbeda sangat nyata pada perlakuan normal. Pada cekaman kekeringan sedang jumlah baris berbeda sangat nyata antar genotipe/varietas, dan jumlah biji dalam baris tidak berbeda sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing genotipe/varietas masih menunjukkan kemampuan yang berbeda pada kedua lingkungan (normal dan cekaman kekeringan).

Jumlah baris sangat dipengaruhi oleh diameter tongkol, sedang jumlah biji dalam baris dipengaruhi oleh saat fase penyerbukan dan pengisian biji yaitu apabila terjadi cekaman kekeringan penyerbukan dan pengisian biji tidak sempurna yang berakibat jumlah biji tidak maksimal. Tahap pembentukan bunga terjadi cekaman kekeringan mengurangi jumlah biji per tanaman, sedangkan pada tahap pengisian biji berakibat ukuran kernel berkurang (Zarco, *et al*, 2005). Menurut Banziger *et al*. 2000 melaporkan bahwa tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mulai pada fase berbunga sampai panen hasilnya 15-35% dari hasil tanaman yang tidak tercekam kekeringan.

Pada perlakuan normal jumlah baris tertinggi pada genotipe CY 10/NEI 9008P (14.40) dan terendah genotipe CY 2/NEI 9008P (12.40), jumlah biji dalam baris terbanyak DK 99 (34.13) dan terkecil CY 15/MR 14 (23.33), bobot 1000 biji terbesar CY 2/NEI 9008P (376.33 g) dan terkecil CY 16/NEI 9008P (249.67 g). Perlakuan cekaman sedang jumlah baris tertinggi pada genotipe CY 15/NEI 9008P (14.66) dan terendah genotipe CY 12/NEI 9008P (12.10) (Tabel 2).

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat hubungan erat masing-masing genotipe/varietas terhadap jumlah baris, dan jumlah biji dalam baris pada kondisi normal dan cekaman sedang. Secara umum peubah pengamatan terhadap perlakuan mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman yang mengalami cekaman sedang terjadi penurunan nilai peubah, namun tingkat penurunan berbeda-beda sesuai kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Menurut Dai *et. al* (1990) melaporkan bahwa cekaman kekeringan menghambat pertumbuhan dan perkembangan semua varietas jagung hibrida dan pada tahap pertumbuhan yang berbeda.

Nilai koefisien keragaman (KK) dan LSD secara umum mengalami penurunan atau lebih tinggi dari perlakuan normal ke cekaman sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman akan mengalami perubahan dari aspek tertentu yang dipengaruhi oleh lingkungan (Tabel 2). Tingkat penurunan akibat cekaman sangat bervariasi tergantung dari kemampuan tanaman dalam menghadapi cekaman kekeringan. Pada kondisi stress berat, berat kering akar meningkat 20% sehingga menurunkan produksi biji (Tauchi, *et.al.*, 2003). Kemampuan tanaman akan berbeda-beda dalam menghadapi adanya cekaman kekeringan. Setiap tanaman memiliki faktor pembatas dan daya toleransi terhadap lingkungan (Purwadi 2011 dalam Wahyu M. H., *et.al.*, 2006).

Tabel 2. Rata-rata komponen hasil dengan perlakuan normal dan cekaman sedang. Maros 2013.

Genotipe/ varietas	Perlakuan			
	Normal		Cekaman sedang	
	Jumlah baris	Jumlah baris dalam baris	Jumlah baris	Jumlah baris dalam baris
CY 7/MR 14	14.00	28.40	12.53	20.80
CY 10/MR 14	13.86	30.20	12.93	23.73
CY 12/MR 14	13.60	30.66	12.10	21.75
CY 15/MR 14	13.20	33.20	12.53	25.17
CY 16/MR 14	13.60	27.06	14.00	23.53
CY 2/NEI 9008P	12.40	26.73	11.69	21.37
CY 7/NEI 9008P	13.86	27.40	12.80	23.46
CY 10/NEI 9008P	14.40	27.86	14.40	22.66
CY 12/NEI 9008P	13.06	29.13	12.53	28.26
CY 15/NEI 9008P	13.73	23.33	14.66	21.40
CY 16/NEI 9008P	13.46	32.00	12.66	26.46
Bima 11	13.60	28.73	12.26	24.53
DK 979	13.60	34.13	13.73	28.13
NK 33	13.60	25.80	12.40	19.46
Rata-rata	13.54	28.94	13.04	23.66
Genotipe	*	**	**	tn
KK (%)	4.25	10.40	7.42	17.20
LSD	0.96	5.03	1.61	6.80

Keterangan: * = berbeda nyata

** = berbeda sangat nyata

tn = tidak berbeda nyata berdasar uji Anova 5%.

Penurunan hasil dari beberapa genotipe/varietas akibat cekaman sedang sangat bervariasi tergantung tingkat kemampuan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Tanaman yang tumbuh pada kondisi kadar air tersedia rendah dapat mengalami defisit air sehingga sulit memberikan hasil sesuai dengan potensi yang dimiliki tanaman itu sendiri (Mapegau, 2001).

Tabel 3 hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa produksi dari kedua perlakuan berbeda sangat nyata. Dari masing-masing genotipe/varietas memberikan kemampuan terhadap produksi yang berbeda sesuai dengan kemampuan tanaman itu sendiri. Tingkat penurunan produksi akibat cekaman tiap genotipe/varietas sangat bervariasi, tergantung dari sifat tanaman itu sendiri. Tanaman yang mengalami kekeringan pada fase berbunga sampai panen dengan hasil 15-35% dari yang tidak terjadi kekeringan (Bangizer, *at.al.*, 2000).

Hasil rata-rata pada perlakuan normal produksi tertinggi genotipe CY 10/MR 14 (8.66 t/ha) dan terendah CY 15/NEI 9008P (4.92 t/ha), sedang pada cekaman kekeringan sedang produksi tertinggi genotipe CY 2/MR 14 (5.48 t/ha) dan terendah CY 7/NEI 9008P (2.73 t/ha). Untuk jenis varietas yang produksi tinggi pada kedua perlakuan normal yaitu DK 979 (9.78 t/ha) dan cekaman kekeringan sedang 5.66 t/ha (Tabel 3).

Nilai KK (%) dan LSD terjadi penurunan setelah adanya perlakuan cekaman sedang hal ini mengindikasikan bahwa tanaman yang mengalami cekaman sedang akan terjadi penurunan hasil. Tingkat penurunan hasil tergantung dari kemampuan tanaman dalam menghadapi cekaman sedang. Semakin tahan terhadap cekaman sedang maka tanaman akan memberikan hasil yang maksimal

atau lebih tinggi dibanding yang kurang tahan terhadap cekaman.

Dari Tabel 3 dapat diperoleh informasi bahwa genotipe CY 2/NEI 9008P memiliki kemampuan yang baik dibanding dengan genotipe lain dengan nilai MP 6.27, IT 1.59, STO 1.29, SSI 0.50. Nilai tersebut menggambarkan bahwa produktivitas rendah namun memiliki kemampuan yang stabil terhadap cekaman kekeringan sedang. Rata-rata produktivitas (MP) nilai tertinggi yaitu genotipe CY 10/MR 14 (6.80 t/ha) dan terendah CY 15/NEI 9008P (4.02 t/ha). MP menggambarkan semakin besar penurunan hasil maka nilai MP semakin besar.

Indeks toleransi (IT) tertinggi genotipe CY 7/NEI 9008P (5.37), dan terkecil CY 2/NEI 9008P (1.59). Hal ini menggambarkan bahwa genotipe CY 7/NEI 9008P setelah terjadi cekaman penurunan produksi tinggi dan genotipe CY 2/NEI 9008P setelah mengalami cekaman penurunan produksi lebih rendah. Semakin kecil nilai penurunan hasil dari kondisi normal ke cekaman sedang maka indeks toleransi semakin toleran terhadap cekaman kekeringan.

Indeks toleransi terhadap cekaman kekeringan (STI) nilai tertinggi genotipe CY 7/NEI 9008P (2.83) dan terendah genotipe CY 2/NEI 9008P (1.43). Nilai STI menggambarkan semakin tinggi nilai STI maka genotipe semakin baik dimana produksi normal dan cekaman selisihnya semakin kecil. Dengan demikian genotipe CY 2/NEI 9008P lebih baik dibanding genotipe yang lain.

Nilai indeks kerentanan terhadap cekaman (SSI) nilai tertinggi genotipe CY 7/NEI 9008P (1.44) dan terendah genotipe CY 2/NEI 9008P (0.50). Nilai STI menggambarkan penurunan hasil dari kondisi normal ke kondisi cekaman, semakin kecil nilai STI akan lebih baik, oleh karena itu genotipe CY 7/NEI 9008P sangat diharapkan pada lahan yang air tersedia sangat rendah sehingga resiko kegagalan dapat diminimalisir. Tanaman yang memiliki nilai STI kecil cenderung toleran terhadap kekeringan. Genotipe toleran kekeringan adalah gonotipe yang masih bertahan hidup dan memberikan hasil pada kondisi ketersediaan air terbatas (Fisher, *et.al.*, 1978 dan Dahlan 2004).

Tabel 3. Rata-rata produksi (t/ha) pada perlakuan normal, cekaman sedang, nilai produktivitas, indeks toleransi, indeks toleransi kekeringan dan indeks kerentanan terhadap cekaman kekeringan sedang. Maros 2013.

Genotipe/ varietas	Produksi		MP	IT	STI	SSI
	Normal	Cekaman Sedang				
CY 2/MR 14	7.07b-e	5.48ab	6.27	1.59	1.29	0.50
CY 7/MR 14	8.30abc	2.93cd	5.61	5.37	2.83	1.44
CY 10/MR 14	8.66ab	4.95abc	6.80	3.71	1.75	0.95
CY 12/MR 14	6.15b-f	2.96cd	4.55	3.19	2.08	1.15
CY 15/MR 14	6.02c-f	3.18cd	4.60	2.84	1.89	1.05
CY 16/MR 14	7.04b-e	3.80a-d	5.42	3.24	1.85	1.02
CY 2/NEI 9008P	5.72def	4.00a-d	4.86	1.72	1.43	0.67
CY 7/NEI 9008P	6.05c-f	2.73d	4.39	3.32	2.22	1.22
CY 10/NEI 9008P	7.57a-d	3.73a-d	5.65	3.84	2.03	1.13
CY 12/NEI 9008P	6.10c-f	3.37cd	4.73	2.73	1.81	1.00
CY 15/NEI 9008P	4.92ef	3.11cd	4.01	1.81	1.58	0.82
CY 16/NEI 9008P	5.68def	3.14cd	4.41	2.54	1.81	1.00
Bima 11	7.58a-d	3.60bcd	5.59	3.98	2.11	1.17
DK 979	9.78a	5.66a	7.72	4.12	1.73	0.94
NK 33	6.24b-f	4.20a-d	5.22	2.04	1.49	0.73
Rata-rata	6.86	3.79				

KK (%)	23.00	31.99
LSD	2.54	2.03

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata berdasar uji Anova 5%. MP= Rata-rata produktivitas, IT= Indeks toleransi, STI= Indeks toleransi kekeringan, SSI= Indeks kerentanan terhadap cekaman kekeringan.

Perlakuan normal menunjukkan bahwa berkorelasi positif nyata dengan diameter tongkol dan panjang tongkol ($r=0.554^*$ dan 0.556^*). Hal ini mengindikasikan bahwa diameter dan panjang tongkol yang tinggi berpotensi berproduksi yang tinggi. Jumlah biji dalam baris menunjukkan korelasi positif nyata dengan panjang tongkol (0.669^*), maka semakin panjang tongkol mencerminkan jumlah biji dalam baris semakin tinggi. Bobot 1000 biji menunjukkan korelasi positif sangat nyata dengan kadar air ($r=0.727^{**}$). Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi bobot 1000 biji maka kadar air semakin tinggi (Tabel 4).

Pada perlakuan cekaman sedang jumlah baris menunjukkan berkorelasi positif nyata dengan diameter tongkol ($r=0.518^*$), sehingga semakin besar nilai diameter tongkol maka semakin besar pula nilai jumlah baris. Bobot 1000 biji berkorelasi negatif nyata dengan jumlah baris dalam biji (-0.527^*). Koefisien korelasi antara produksi dengan diameter tongkol, panjang tongkol adalah nyata (0.554^* , 0.556^*), hal tersebut menggambarkan bahwa diameter dan panjang tongkol yang nilainya tinggi berpotensi produksi tinggi (Tabel 4).

Tabel 4. Korelasi antara komponen hasil terhadap kondisi perlakuan normal dan cekaman kekeringan sedang, Maros 2013.

Perlakuan	Parameter	Kadar air	Dimeter Tongkol	Panjang tongkol	Jumlah Baris	Jumlah Biji dalam Baris	Bobot 1000 Biji	Produksi t/ha
Normal	Kadar air	1						
	Dimeter Tongkol	0.619*	1					
	Panjang tongkol	0.114	0.030	1				
	Jumlah Baris	0.130	0.164	-0.142	1			
	Jumlah Biji dalam Baris	0.120	-0.357	0.699*	-0.095	1		
	Bobot 1000 Biji	0.727**	0.863	0.101	-0.205	-0.213	1	
	Produksi t/ha	0.415	0.289	0.305	0.311	0.407	0.270	1
Cekaman Sedang	Kadar air	1						
	Dimeter Tongkol	0.414	1					
	Panjang tongkol	0.115	0.313	1				
	Jumlah Baris	0.271	0.518*	0.08	1			
	Jumlah Biji dalam Baris	-0.128	-0.213	0.722	0.085	1		
	Bobot 1000 Biji	0.235	0.466	0.125	-0.334	-0.527*	1	
	Produksi t/ha	0.482	0.554*	0.556*	0.339	0.245	0.301	1

4. KESIMPULAN

Genotipe produksi tertinggi pada cekaman sedang yaitu CY 2/MR 14 (5.48 t/ha) dan CY 2/MR 10 (4.95 t/ha) lebih tinggi dari penbanding Bima 3 dan NK 22. Terdapat 3 genotipe terbaik dengan indeks toleransi kecil yaitu CY 2/MR 14 (1.59), CY 2/NEI 9008P (1.72) dan CY 15/NEI 9008P (1.81). Genotipe

tersebut memiliki indeks toleransi yang kecil sehingga sesuai untuk lahan-lahan sub optimal yaitu tingkat penurunan hasil yang kecil dari kondisi normal ke kondisi cekaman kekeringan sedang.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dr. Muhammad Azrai di Balai Penelitian tanaman Serealia, Maros yang telah memberikan sarana dan prasarana penelitian ini dari persiapan lahan sampai panen serta bimbingannya. Tak lupa teman-teman teknisi yang telah membantu pengamatan di lapangan dari tanam sampai panen.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bänziger M, GO Edmeades, D Beck, M Bellon (2000). Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize From Theory to Practice. Mexico, CIMMYT.
- [2] Bray E. A. (1993). *Molecular Responses to Water Deficit. Plant Physiol* 103: 1035- 1040.
- [3] Fernandes GCJ (1992). Effective Selection Criteria for Assessing Stress Tolerance. In: Kuo CG (Ed), Proceedings of the international Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water stress, Publication, Tainan Taiwan.
- [4] Fischer RA, Maurer R. (1978). Drought Resistance in spring wheat cultivar. Part 1: grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 2: 897-912.
- [5] Dahlan, M.M., (1994). Stabilitas Jagung Hibrida. Disampaikan pada Seminar Puslitbang Tanaman Pangan pada Tanggal 15 Januari 2004. Hal. 10.
- [6] Dai, J.Y., W.L. Gu, X.Y. Shen, B. Zheng, H. Qi and S.F. Cai, (1990). Effect of drought on the development and yield of maize at different growth stages. J. Shenyang Agri. Univ., 21: 181 (Field Crop Absts., 44: 7130; 1991).
- [7] Irianto I. (2009). Antisipasi Litbang Serealia dalam Menghadapi Dampak Pemanasan Global Guna Mendukung Kemandirian Pangan. Prosiding Seminar Nasional Serealia.Maros, 29 Juli 2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. pp. 8-9.
- [8] Kurnia, G., Arianto, T., Judawinata, R., Sufyandi,A., Rija., dan D. Hermajanda. (1996). "Persaingan dalam Pemanfaatan Sumberdaya Air", dalam Hermanto, Pasaribu., Sahat M., Djauhari, A., dan Sumaryanto (eds): Persaingan dalam Pemanfaatan Sumberdaya Lahan dan Air:Dampaknya Terhadap Keberlanjutan Swasembada Pangan. hlm.190-207. Jakarta: Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.

- [9] Mapegau, (2001). Pengaruh pupuk kalium dan kadar air tanah tersedia terhadap serapan hara tanaman jagung kultivar arjuna. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 3, No. 2, 2001. Hal. 107-110.
- [10] Rosielle AA. and Hambin J. (1981). Theoretical Aspects of Selection for Yield in Stress and Non-Stress Environment. *Crop Sci.* 21: 943-946.
- [11] Wahyudi, M.H., R. Setiamihardja, A. Baihaki dan D. Ruswandi. (2006). Evaluasi daya gabung dan heteris hibrida hasil persilangan dialel lima genotip jagung pada kondisi cekaman kekeringan. *Zuriat*. Vol. 17, No. 1, Januari-Juni.
- [12] Zarco Perelló Emiliano, González Hernández Victor A., López Peral ta María Cristina y Salinas Moreno Yolanda. (2005). Physiological markers for drought tolerance in maize (*Zea Mays* L.). *Agrociencia* 39: 517-528.
- [13] Zubachtiroddin, M.S. Pabbage dan Subandi (2006). Wilayah Produksi dan Potensi Pengembangan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Sereal.

PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum* L.) PADA TANAH PASCATAMBANG EMAS BOMBANA SULAWESI TENGGARA

Sri Ambardini¹, Irjum Budiartman Jaya¹

¹ Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Halu Oleo

e-mail : andindor@gmail.com

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo

Jl. HEA Mokodompit Anduonohu Kendari Sulawesi Tenggara

Abstrak

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui: Pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) yang ditanam pada tanah pascatambang emas Bombana. Jenis penelitian eksperimental dengan 3 unit perlakuan pupuk kandang (pupuk kandang sapi, kambing, ayam) dan 1 unit kontrol (tanpa pupuk kandang), dengan 5 ulangan. Penanaman menggunakan polibeg yang berisi 10 kg tanah pascatambang emas kemudian ditumbuhkan di dalam rumah kaca. Parameter pertumbuhan tanaman cabai merah besar yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, dan panjang akar. Analisis data dengan Analisis Sidik Ragam (Ansira) dan dilanjutkan dengan Beda Jarak Nyata Duncan (BJND). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam merupakan pupuk terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) berdasarkan parameter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah dan luas daun. Namun untuk parameter panjang akar, perlakuan menggunakan pupuk kandang sapi merupakan pupuk yang terbaik kemudian pupuk kandang kambing, pupuk kandang ayam dan terakhir pada kontrol.*

Kata Kunci : *Pertumbuhan vegetatif, Cabai merah besar, Pupuk Kandang, Tanah Pascatambang Emas.*

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global yang melanda dunia saat ini sudah sangat meresahkan penduduk dunia. Cuaca yang tidak menentu, naiknya permukaan air laut, serta kemarau yang berkepanjangan merupakan sedikit dari sekian banyaknya dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim Global. Akibat yang ditimbulkan sangatlah memberikan pengaruh yang besar, khususnya terhadap penurunan produktivitas salah satu tanaman pangan yang memiliki nilai ekonomi tinggi di pasaran, yaitu cabai merah besar.

Cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) merupakan komoditas sayuran yang banyak digemari oleh masyarakat. Ciri dari jenis sayuran ini adalah rasanya yang pedas dan aromanya yang khas, sehingga bagi orang-orang tertentu dapat membangkitkan selera makan. Karena merupakan sayuran yang dikonsumsi setiap saat, maka cabai akan terus dibutuhkan dengan jumlah yang semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perekonomian nasional (Suharja, 2009). Masalah yang sering timbul adalah melonjaknya harga cabai, bukan hanya di tingkat provinsi Sulawesi Tenggara tapi di seluruh provinsi

Indonesia sehingga perlu diupayakan suatu langkah antisipatif untuk menjaga kestabilan harga dengan meningkatkan produksi.

Produksi cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) Sulawesi Tenggara cenderung mengalami penurunan, hal ini terlihat dari laporan BPS Sultra yang melaporkan bahwa terjadi penurunan produksi cabai merah besar, pada tahun 2011 produksi cabai merah sebesar 1.917 ton, produksi tersebut dihasilkan di daerah daratan (Kab. Konawe, Kolaka, Konawe Selatan, Konawe Utara, Kolaka Utara, Bombana dan Kota Kendari) sebesar 1.583 ton, sedangkan di daerah kepulauan (Kab. Buton, Muna, Wakatobi, Buton Utara, dan Kota Baubau) sebesar 334 ton, produksi ini mengalami penurunan sebesar 948 ton (33,08 persen) dibandingkan tahun 2010 (BPS Sultra, 2012), Sehingga menjadikan harga cabai merah besar menjadi naik karena stok di pasaran berkurang sementara permintaan cukup tinggi.

Salah satu upaya untuk menangani rendahnya produktivitas cabai merah besar adalah dengan teknik intensifikasi dan ekstensifikasi. Perluasan lahan budidaya melalui ekstensifikasi adalah dengan melakukan alih fungsi lahan bekas penambangan emas di Bombana menjadi lahan yang produktif untuk ditanami cabai merah besar, tentu saja dengan penerapan teknologi tepat guna yang dapat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar dan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat.

Saat ini fenomena kerusakan lingkungan terjadi di seluruh sektor kehidupan manusia, salah satunya adalah sektor pertambangan. Pertambangan sebagai industri yang mempunyai resiko lingkungan yang tinggi selalu mendapatkan perhatian khusus oleh masyarakat. Isu-isu lingkungan muncul karena praktek-praktek penambangan yang tidak bertanggungjawab sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan, karena dilakukan tanpa perencanaan dan pelaksanaan yang baik, sehingga usaha pertambangan yang demikian akan menyebabkan kerusakan alam yang besar.

Pengelolaan tanah tercemar logam berat seperti yang terjadi pada lahan bekas penambangan emas, dianjurkan untuk diberikan penambahan bahan organik yang cukup, dikombinasikan dengan pencucian logam berat, dan ditanami komoditas yang akan diambil bijinya, tidak disarankan untuk mengonsumsi hijauan atau biomasanya (Rina dan Wardani, 2005).

Kondisi-kondisi ekstrim pada lahan pascatambang dapat diatasi dengan dua cara. Pertama, perbaikan kondisi tanah dengan pemberian pupuk organik dan anorganik, asam humat, dan pengapuran untuk mendukung pertumbuhan tanaman, memperbaiki sistem drainase untuk mencegah genangan air, dan penyiraman. Tambahan bahan organik yang cukup diperlukan karena rendahnya unsur hara nitrogen dan fosfor dan juga dapat memperbaiki fisik, kimia, maupun biologi pada tanah. Penyediaan bahan organik dapat dilakukan dengan memilih sumber bahan organik yang relatif mudah dan murah diperoleh, misalnya dengan menggunakan pupuk kandang.

Kabupaten Bombana memiliki populasi ternak yang cukup besar, diantaranya sapi, kerbau, kambing, dan kuda sehingga produk/kotorannya dapat digunakan sebagai pupuk kandang. Penggunaan pupuk kandang merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan keberhasilan penanaman kembali pada lahan-

lahan kritis pascatambang. Pupuk kandang disamping sebagai penyubur bagi tanaman juga mengandung unsur hara yang bermanfaat dalam mengurangi pencemaran lingkungan. Pupuk kandang mengandung bahan padatan dan cairan dari hewan ternak yang bercampur dengan sisa makanan, dapat menambah unsur hara dalam tanah (Sarief, 1989). Alternatif kedua adalah pemilihan jenis tanaman yang dapat beradaptasi dengan kondisi-kondisi ekstrim tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, maka dianggap perlu untuk melakukan penelitian mengenai Pengaruh Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.) Pada Tanah Pascatambang Emas Bombana Sulawesi Tenggara.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Botani dan Rumah Kaca Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo (UHO). Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 1 unit kontrol dan 3 unit perlakuan pupuk kandang, yaitu pupuk kandang sapi, pupuk kandang ayam, dan pupuk kandang kambing. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 20 unit perlakuan.

Alat-Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Kamera untuk mendokumentasikan gambar penelitian; Polybag sebagai tempat menanam; Kertas Label dan alat tulis untuk mencatat data hasil pengamatan; Meteran sebagai alat pengukur organ vegetatif tanaman; Jangka sorong untuk mengukur diameter batang tanaman; Timbangan analitik untuk menimbang pupuk dan biomassa tanaman; Termometer untuk mengukur suhu dalam rumah plastik; Higrometer untuk mengukur kelembaban, dan Oven untuk mengeringkan sampel tanaman. Spktofotometer Serapan Atom (SSA) untuk analisis logam.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Benih Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.) sebagai sampel penelitian; Tanah pascatambang emas dari Kabupaten Bombana sebagai media tanam; Pupuk Kandang (Sapi, Ayam, dan Kambing) untuk perlakuan; Pupuk dasar (Urea, SP-36, KCL) sebagai pupuk dasar untuk semua perlakuan; Kapur kalsit (CaCO_3) Untuk menaikkan pH tanam; Fungisida (larutan furadan 3G) untuk menghindari gangguan tanaman dari serangga; Bayclin 10% dan aquades untuk mensterilkan benih Cabai Merah Besar dari mikroorganisme; Air untuk menyiram tanaman setiap hari.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan prosedur mengikuti petunjuk dari Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan Budidaya Tanaman Cabai Merah (2005), sebagai berikut:

Penyediaan pupuk; pupuk kandang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran sapi, kambing dan ayam yang telah dilakukan pengolahan menjadi pupuk dalam bentuk kering, selanjutnya pupuk dibawa ke tempat penelitian untuk ditimbang masing-masing pupuk kandang berdasarkan

pot yang telah disediakan dengan perbandingan 100 gr/ 10 kg tanah setara 20 t/ha yang dicampur secara merata.

Penyiapan media tanam; tanah yang digunakan yaitu tanah pascatambang emas Bombana yang diambil dari lokasi pertambangan. Sampel tanah tersebut dikeringanginkan, kemudian diayak dan ditimbang untuk dibagi kedalam polybag.

Pembenihan; Membuat media pembenihan, yaitu tanah pasir dan tanah humus dengan perbandingan 1 : 1 lalu diaduk secara rata. Setelah itu menebarkan benih secara merata di media persemaian yakni jarak antar benih 5 x 5 cm. Lama penyemaian dilakukan sampai bibit Cabai berumur 14 hari.

Pembibitan; Bibit yang telah berumur 2 minggu dan pertumbuhannya baik, dipindahkan ke tempat pembibitan yakni dengan cara membuat media pembibitan terdiri dari media perlakuan dan kontrol. Media tersebut berupa polybag berukuran 12 x 8 berlubang kiri dan kanan yang di dalamnya berisi tanah campuran perbandingan 1 tanah kompos: 1 pasir : 1 pupuk kandang (sapi, ayam, kambing) tanpa terkecuali kontrol (1 tanah kompos : 1 pasir).

Pembuatan media tanam permanen; pembuatan media tanam terdiri dari media perlakuan dan kontrol, dimana sebelum penyiapan tersebut terlebih dahulu tempat penanaman menyiapkan polybag ukuran 50 x 20 yang berlubang kiri kanannya untuk pengaturan air lalu dilakukan pada media perlakuan berisi tanah pascatambang sebanyak 10 kg dan pupuk kandang (sapi, kambing, ayam) masing - masing 100 gr.

Penanaman; memilih bibit cabai yang seragam dari media pembibitan (tegar, warna daun hijau, tidak cacat/terkena hama penyakit) kemudian dipindahkan disesuaikan wadah media pembibitan (media pembibitan kontrol ke media penanaman control dan media) dengan menanam bibit-bibit tersebut tepat di bagian tengah yakni sebanyak 1 bibit/polybag, kemudian memadatkan permukaan media tanah dan menyiram dengan air lalu letakkan di rumah kaca (*green house*).

Pemeliharaan terdiri dari penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi hari jam 08:00 WITA dan sore hari jam 16.00 dan pemupukan dengan memberikan pupuk dasar pada saat tanaman berumur 1 MST dengan 1 gr SP-36 setara dengan 200 kg/ha, + 0,75 gr KCl setara dengan 150 kg/ha dan 1/3 bagian dari campuran 0,5 gr Urea setara dengan 100 Kg/ha + 1,5 gr ZA setara dengan 300 Kg/h (2/3 campuran tersebut pada saat tanaman berumur 4 MST).

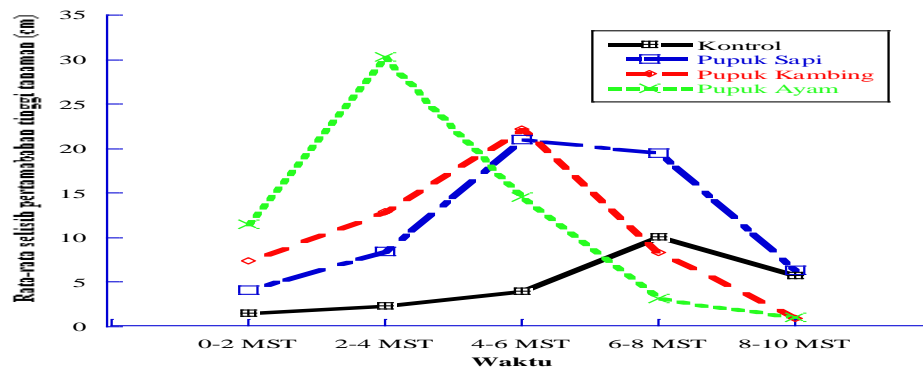
Pengukuran parameter mengikuti rumus (Lambers and Pooter, 1992). Analisis Data pertumbuhan vegetatif tanaman dilakukan dengan menggunakan uji statistik anova dilanjutkan dengan uji lanjut beda rata-rata sesuai dengan koefisien keragaman dari masing-masing parameter yang diamati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman (Cm)

Rata-rata selisih pertambahan tinggi tanaman (cm) Cabai Merah Besar yang ditanam pada tanah pascatambang emas dengan perlakuan pupuk kandang

sapi, kambing, ayam dan tanpa pupuk kandang/ kontrol dapat dilihat pada Gambar 1 :

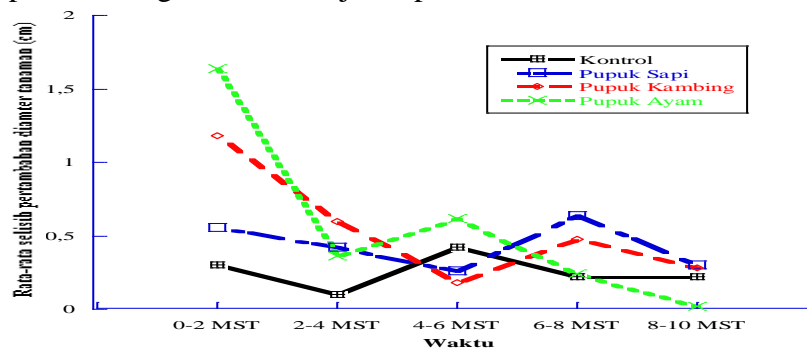


Gambar 1. Grafik pertumbuhan berdasarkan rata-rata selisih pertambahan tinggi tanaman (cm) pada kontrol dan perlakuan pupuk kandang dari umur 0-10 MST

Gambar 1. menunjukkan rata-rata selisih pertambahan tinggi tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) pada kontrol dan perlakuan pupuk kandang, berturut-turut tertinggi pada perlakuan pupuk kandang ayam, pupuk kandang kambing, pupuk kandang sapi, dan yang terkecil adalah kontrol. Hasil perhitungan rata-rata selisih pertambahan tinggi tanaman pada kontrol dan perlakuan pupuk kandang mengindikasikan bahwa pupuk kandang ayam merupakan pupuk yang terbaik untuk pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) pada lahan pascatambang emas Bombana. Berdasarkan uji statistik analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang terhadap rata-rata selisih pertambahan pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) tidak berpengaruh signifikan karena nilai- $P > 0,05$.

Diameter batang (Cm)

Hasil pengukuran rata-rata selisih diameter tanaman Cabai Merah yang ditanam pada tanah pascatambang emas dengan perlakuan pupuk kandang dan tanpa pupuk kandang/kontrol, disajikan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik pertumbuhan berdasarkan rata-rata selisih pertambahan diameter batang tanaman (cm) pada kontrol dan perlakuan pupuk kandang dari umur 0-10 MST

Berdasarkan grafik selisih pertambahan diameter batang tanaman Cabai Merah Besar menunjukkan bahwa di awal pertumbuhan, perlakuan pupuk kandang ayam memiliki pertambahan diameter batang terbesar kemudian pupuk kandang kambing, pupuk kandang sapi dan terkecil pada kontrol. Namun pada minggu ke delapan sampai pada akhir penelitian menunjukkan selisih pertambahan diameter terbesar pada perlakuan pupuk kandang sapi.

Selisih pertambahan diameter batang tanaman tertinggi pada perlakuan pupuk kandang ayam dan kambing yang terjadi pada awal-awal pertumbuhan tanaman hal ini disebabkan karena pada pupuk kandang ayam dan kambing merupakan pupuk panas yang diuraikan mikroorganisme secara cepat sehingga ketersediaanya dalam media tanam cepat habis. Sedangkan selisih pertambahan diameter batang tanaman tertinggi pada perlakuan pupuk kandang sapi yang terjadi pada akhir-akhir pertumbuhan tanaman, hal ini disebabkan karena pupuk kandang sapi merupakan pupuk dingin dimana perubahan-perubahan dalam menyediakan unsur hara tersedia bagi tanaman berlangsung perlahan-lahan. Keuntungan pupuk dingin yaitu unsur-unsur hara yang ada dalam pupuk kandang sapi tidak cepat hilang (Hayati, dkk., 2012).

Jumlah Daun (Helai)

Rata-rata selisih pertambahan jumlah daun tanaman Cabai Merah Besar yang ditanam pada tanah pascatambang emas dengan perlakuan pupuk kandang sapi, kambing, ayam dan tanpa pupuk kandang/ kontrol dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Rata-rata Selisih Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Cabai Merah Besar (helai) pada kontrol dan setiap perlakuan pupuk kandang umur 0-10 MST

Perlakuan	Rata - rata selisih pertambahan jumlah daun tanaman (helai)					Rata-rata
	0-2 MST	2-4 MST	4-6 MST	6-8 MST	8-10 MST	
Kontrol (C)	0,80	1,60	6,80	44,00	19,80	14,60 ^a
Sapi (S)	4,20	10,60	95,00	2,20	14,40	25,28 ^a
Kambing (K)	8,40	11,20	86,80	39,00	18,40	32,76 ^a
Ayam (A)	17,00	95,20	58,00	18,80	27,20	43,24 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak signifikan pada taraf kepercayaan 95%; MST=Minggu Setelah Tanaman

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan rata-rata selisih pertambahan jumlah daun tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.) pada kontrol dan setiap perlakuan pupuk kandang, berturut - turut terbanyak jumlah daunnya adalah pada perlakuan pupuk kandang ayam, pupuk kambing, pupuk sapi sedangkan yang terkecil adalah kontrol. Berdasarkan uji statistik analisis sidik ragam diketahui bahwa pemberian pupuk kandang berpengaruh tidak signifikan terhadap selisih pertambahan jumlah daun tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) karena nilai $P > 0,05$.

Luas Daun (Cm²)

Rata-rata selisih pertambahan jumlah daun tanaman Cabai Merah Besar yang ditanam pada tanah pascatambang emas dengan perlakuan pupuk kandang sapi, kambing, ayam dan tanpa pupuk kandang/ kontrol dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Rata-rata Selisih Pertambahan Luas Daun Tanaman Cabai Merah Besar (helai) pada kontrol dan setiap perlakuan pupuk kandang umur 0-10

Perlakuan	Rata-rata selisih pertambahan luas daun tanaman (cm ²)					Rata-Rata
	0-2 MST	2-4 MST	4 - 6 MST	6-8 MST	8-10 MST	
Kontrol (C)	0,87	1,77	3,81	8,73	3,50	3,74 ^a
Sapi (S)	2,69	6,20	11,79	8,76	2,41	6,37 ^a
Kambing (K)	4,60	5,03	7,82	6,13	0,41	4,80 ^a
Ayam (A)	10,52	23,49	4,69	2,82	0,43	8,39 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak signifikan pada taraf kepercayaan 95%; MST=Minggu Setelah Tanaman

Tabel 2. menunjukkan rata-rata selisih pertambahan luas daun tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.) pada kontrol dan perlakuan pupuk kandang, berturut - turut terluas adalah pada perlakuan pupuk kandang ayam, pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing sedangkan yang terkecil adalah kontrol. Hasil perhitungan rata-rata luas daun tanaman setiap perlakuan pupuk kandang dan kontrol mengindikasikan bahwa pupuk ayam merupakan pupuk yang terbaik untuk pertambahan luas daun tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) pada tanah pascatambang emas Bombana.

Panjang Akar Spesifik (Cm)

Hasil pengukuran rata-rata panjang akar spesifik tanaman Cabai Merah yang ditanam pada tanah pascatambang emas dengan perlakuan pupuk kandang dan tanpa pupuk kandang/kontrol, disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Rata-rata Panjang Akar Spesifik Tanaman Cabai Merah Besar (helai) pada kontrol dan setiap perlakuan pupuk kandang umur 0-10

Perlakuan	Panjang akar spesifik (cm) pada ulangan ke -					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (C)	14,10	9,79	25,10	37,10	12,10	19,64 ^a
Sapi (S)	38,30	40,30	40,10	60,10	21,10	39,98 ^b
Kambing (K)	43,60	41,90	39,30	32,80	30,40	37,60 ^b
Ayam (A)	30,80	31,10	47,80	30,40	31,50	34,32 ^b

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- Terdapat perbedaan pertumbuhan vegetatif tanaman Cabai Merah Besar yang ditanam pada tanah pascatambang emas yang diberi perlakuan pupuk kandang

- dengan tanpa pupuk kandang, untuk panjang akar spesifik pengaruhnya signifikan tetapi untuk tinggi, diameter, jumlah dan luas daun tidak signifikan.
- Jenis pupuk kandang memberikan efek pemacuan pertumbuhan yang berbeda, pupuk kandang ayam lebih memacu pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah dan luas daun. Sedangkan komposisi yang terdapat pada pupuk kandang sapi paling sesuai untuk mendukung pertumbuhan panjang akar spesifik tanaman.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (2012) Produksi Cabai Besar dan Bawang Merah Tahun 2011, Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara, Kendari.
- [2] Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan Budidaya Tanaman Cabai Merah (2005) Pemupukan pada Tanaman Cabai Merah, <http://cybex.deptan.go.id/penyuluhan/pemupukan-pada-tanaman-cabai-merah>, 5 Juni 2014.
- [3] Hayati E, Mahmud Y, dan Fazil R (2012) Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum Annum* L.). J. Floratek, **7**, 173 – 181.
- [4] Lambers H, and Pooter H (1992) Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. Adv. Ecol. Res, **23**, 187-261
- [5] Rina M, dan Wardani S (2005) Analisis Logam Berat dalam Sampel Sayuran Dengan Metode Aktivasi Neutro. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir, Bandung, 14 – 15 Juni 2005.
- [6] Sarief S (1989) Kesuburan dan pemupukan tanah pertanian. Pustaka Buana, Bandung.
- [7] Suharja (2009) Biomassa, Kandungan Klorofil dan Nitrogen Daun Dua Varietas Cabai (*Capsicum annum* L.) pada Berbagai Perlakuan Pemupukan. Tesis, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

KEEFEKTIFAN ISOLAT-ISOLAT *Actinomycetes* DALAM MENGHAMBAT INFEKSI *Fusarium* sp. (Soybean Damping Off) SECARA *IN VITRO*

Ikhwana Aflaha, Baharuddin*, M. Danial Rahim

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan km 10, Tamalanrea, Makassar, 90245

*Corresponding autor: Email : baharunhas@yahoo.com

Abstrak

Rebah kecambah (*damping off*) pada tanaman kedelai disebabkan oleh cendawan *Sclerotium rolfsii*, *Alternaria* spp., *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani* serta *Fusarium* spp. Strategi pengendalian yang banyak dilakukan adalah pemanfaatan agens hayati. Penelitian ditujukan untuk mengidentifikasi penyebab penyakit *damping off* dan mengetahui keefektifan isolat-isolat *Actinomycetes* dalam menghambat infeksi patogen *damping off* pada tanaman kedelai. Identifikasi penyebab *damping off* dilakukan berdasarkan prosedur Postulat Koch. Seleksi isolat antagonis dilakukan secara bertingkat yaitu uji *in vitro* pada media padat dan media cair. Uji pada media padat (PDA) dilakukan dengan cara menggoreskan isolat *Actinomycetes* sehari sebelum penumbuhan isolat cendawan patogen secara berhadapan. Pengujian pada media cair (PDB) dilakukan pada tabung reaksi dengan cara membiakkan isolat *Actinomycetes* yang terpilih dari hasil uji media padat sehari sebelum penumbuhan patogen dengan konsentrasi masing-masing 10^8 cfu/ml. Hasil identifikasi ditemukan bahwa patogen rebah kecambah pada kedelai adalah *Fusarium* sp. Hasil uji pada media padat diketahui bahwa dari 20 isolat *Actinomycetes*, 6 isolat menunjukkan daya hambat terbaik dengan kisaran 46-62%, yaitu isolat A35, A39, A20, A53, A5, dan A14. Seleksi lanjut pada media cair ditemukan 3 isolat terbaik dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp., yakni isolat A53, A35, dan A20 dengan kerapatan populasi cendawan yang paling sedikit. Ditemukan pada isolat A53 dengan populasi 3×10^3 spora/ml. Dengan demikian ketiga isolat tersebut berpotensi untuk digunakan untuk pengujian *in planta* guna menekan infeksi *Fusarium*, penyebab rebah kecambah pada tanaman kedelai.

Kata kunci : *Damping off*, pengendali hayati, *Actinomycetes*, *Fusarium* sp.

EFEKTIVITAS *Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO DI BAWAH TEGAKAN KAKAO TUA

Marliana S.Palad¹, Ambo Ala², Nasaruddin²

¹Program Pascasarjana, Program Studi Ilmu-ilmu Pertanian Unhas, Makassar 90245

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Unhas, Makassar 90245

Email : mspalad@gmail.com

Abstrak

Bibit kakao yang ditanam di bawah tegakan tanaman kakao tua yang masih produktif akan mengalami persaingan dalam memanfaatkan air dan hara untuk pertumbuhan vegetatifnya. *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme yang diharapkan dapat membantu mengatasi persaingan tersebut dan faktor penghambat pertumbuhan lainnya, sehingga bibit kakao yang akan digunakan sebagai batang bawah pada penyambungan (*approach grafting*) untuk rehabilitasi akar tanaman kakao yang sudah tua, dapat tumbuh dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan bibit kakao di bawah tegakan kakao berumur 22 tahun. Penelitian dilakukan pada bulan November 2015 hingga Maret 2016, di Desa Bunde Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat. Penelitian disusun menurut Rancangan Acak Kelompok dengan variasi frekuensi aplikasi *Trichoderma* sp. yang terdiri dari : tanpa *Trichoderma* sp. (T0), *Trichoderma* sp. 1 kali aplikasi (T1), 2 kali aplikasi (T2) dan 3 kali aplikasi (A3) masing-masing sebanyak 4 gr.L⁻¹ setiap pohon. Hasil penelitian, aplikasi *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao. Pemberian *Trichoderma* sp. sebanyak 3 kali aplikasi memberikan hasil paling efektif untuk pertumbuhan bibit kakao, dengan persentase tumbuh bibit sebesar 100% dan rata-rata pertambahan : tinggi tanaman 40,57 cm; jumlah daun 13,71 helai; diameter batang 5,8 mm; dan total luas daun 1185,64 cm².

Kata Kunci : kakao, *Trichoderma* sp., frekuensi aplikasi.

PENGARUH PUPUK ORGANIK CAIR MIKROBAT TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF PADI AROMATIK LOKAL TORAJA UTARA

Elis Tambaru¹, Andi Masniawati¹, Eva Johannes¹, Susanti Lestari¹

¹ Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Hasanuddin

email: eli.tambaru@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik cair mikrobat terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal aksesori Pare Tallang dan Pare Bau asal Toraja Utara Sulawesi Selatan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam bentuk faktorial dengan pola 2x5 yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi pupuk cair mikrobat yaitu 5%, 10%, 15% dan satu perlakuan tanpa pemupukan sebagai kontrol negatif (K⁰), serta satu perlakuan sebagai kontrol positif (K⁰⁺) dengan pemberian pupuk N,P,K anjuran, sedangkan faktor kedua adalah aksesori padi lokal Toraja Utara yaitu Pare Tallang dan Pare Bau. Masing-masing perlakuan dengan tiga ulangan. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik pada uji F dan diuji lanjut menggunakan uji Duncan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair mikrobat berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman 2 MST dan tidak berpengaruh nyata pada parameter jumlah anakan, panjang akar, berat basah dan berat kering, konsentrasi optimum yang memberikan respon yang baik adalah pada konsentrasi 5% (K¹). Perlakuan aksesori tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter penelitian yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang akar, berat basah, dan berat kering. Interaksi antara pemberian pupuk organik cair mikrobat dan aksesori berbeda sangat nyata pada 2 MST yaitu pada interaksi pemupukan POC mikrobat konsentrasi 5% dengan aksesori pare bau (K¹PB).

Kata Kunci: Pupuk Organik Cair, Padi Aromatik, Pertumbuhan Vegetatif

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman padi *Oryza sativa* L. merupakan tanaman pangan penting yang telah menjadi makanan pokok lebih dari setengah penduduk dunia. Tanaman pertanian kuno yang berasal dari dua benua yaitu Asia dan Afrika Barat. Sejarah menunjukkan bahwa penanaman padi di Zhejiang (Cina) sudah dimulai pada 3.000 tahun SM. Bukti lainnya penemuan fosil butir padi dan gabah ditemukan di Hanstinapur Uttar Pradesh India sekitar 100-800 SM [10]. Padi juga telah mendorong berkembangnya teknologi budidaya pertanian, mulai dari tradisional sampai modern [3].

Padi aromatik merupakan salah satu jenis padi yang mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi karena disukai oleh konsumen. Padi aromatik banyak diminati karena selain memiliki rasa nasi yang enak dan pulen juga memiliki aroma yang wangi. Adanya tuntutan kebutuhan masyarakat terhadap bahan pangan khususnya beras yang semakin meningkat baik dari kualitas maupun kuantitas merupakan peluang bagi pengembangan padi aromatik lokal, khususnya padi aromatik lokal Toraja Utara. Namun, produksi padi aromatik lokal Toraja Utara saat ini mulai menurun disebabkan beberapa faktor seperti berkurangnya penyediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Hal ini terjadi karena pada umumnya lahan sawah di Toraja Utara belum tersentuh oleh penggunaan pupuk.

Pupuk adalah bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur-unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman [6]. Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sebab unsur hara yang terdapat di dalam tanah tidak selalu mencukupi untuk memacu pertumbuhan tanaman secara optimal [11]. Pemakaian pupuk kimia yang terus menerus menyebabkan ekosistem biologi tanah menjadi tidak seimbang, sehingga tujuan pemupukan untuk mencukupkan unsur hara di dalam tanah tidak tercapai [12]. Kondisi tersebut menimbulkan pemikiran untuk kembali menggunakan bahan organik sebagai sumber pupuk organik.

Pemberian pupuk organik cair pada tanaman padi akan mempercepat sintesis asam amino dan protein sehingga mempercepat pertumbuhan tanaman. [9] yang meneliti substitusi pupuk kimia dan pupuk organik cair pada tanaman padi sawah berpendapat bahwa menggantikan pupuk urea secara umum dapat menggunakan pupuk organik cair. Substitusi ini mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah anakan, dan bobot jerami yang setara dengan pemberian pupuk N,P,K.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian tentang pengaruh pupuk organik cair mikrobat terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal Toraja Utara Sulawesi Selatan.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh pupuk organik cair mikrobat terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal aksesori Pare Tallang dan Pare Bau asal Toraja Utara Sulawesi Selatan.

2. Mengetahui konsentrasi optimum pupuk organik cair mikrobat yang memberikan pengaruh yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi aromatik lokal aksesori Pare Tallang dan Pare Bau

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu mendapat informasi mengenai pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan vegetatif padi aromatik lokal Toraja Utara aksesori Pare Tallang dan Pare Bau serta memberi informasi kepada masyarakat mengenai keuntungan menggunakan pupuk organik cair mikrobat, khususnya masyarakat Toraja Utara.

2.METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu ember, selang air, meteran, timbangan analitik, label, spuit, botol sampel, double tape, solasi, talenan, skop, kamera, gunting, plastik sampel, dan alat tulis menulis.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu benih padi aromatik lokal Toraja Utara (Pare Tallang dan Pare Bau), pupuk organik cair mikrobat, air, dan tanah sawah.

Metodologi Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam bentuk faktorial dengan pola 2x5 yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi pupuk cair mikrobat yaitu 5%, 10%, 15% dan satu perlakuan tanpa pemupukan sebagai kontrol negatif (K0-), serta satu perlakuan sebagai kontrol positif (K0+) dengan pemberian pupuk N, P, K anjuran, sedangkan faktor kedua adalah aksesori padi lokal Toraja Utara yaitu Pare Tallang dan Pare Bau. Masing-masing perlakuan dengan tiga ulangan.

Pengolahan media

Media tanam adalah tanah sawah yang diambil dari sawah di sekitar kampus Universitas Hasanuddin yang kemudian di gemburkan dan dimasukkan pada ember kemudian diberi air sampai menggenang, selanjutnya ditambahkan larutan mikrobat sesuai konsentrasi yang telah ditentukan secara merata kemudian dibiarkan selama tiga hari, selanjutnya media siap untuk ditanami.

Penanaman

Sebelum disemai benih direndam dalam air selama 4 hari setelah muncul sedikit kecambah/akar barulah ditanam di ember, setiap ember diisi dengan 3 biji tanaman padi dan dibiarkan tumbuh hingga mendapat perlakuan selanjutnya.

Pemupukan

Pemberian pupuk organik cair mikrobat lanjutan dilakukan sesuai konsentrasi yang ditentukan dan diberikan pada masing–masing tanaman dengan

cara dituangkan pada media secara merata. Pemupukan dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada saat tanaman berumur 2, 4, dan 6 minggu setelah tanam.

Perawatan Tanaman

Perawatan tanaman padi pada penelitian ini meliputi :

1. Penyiraman

Penyiraman yang dilakukan setelah penanaman bibit yaitu ember harus digenangi air setinggi 2 cm dari permukaan tanah. Penggenangan ini dilakukan hingga tanaman mulai membentuk anakan, kemudian dilakukan penggenangan sekitar $\frac{3}{4}$ dari tinggi ember hingga tanaman mencapai pertumbuhan vegetatif akhir atau.

2. Penyiangan

Penyiangan dilakukan agar tidak terjadi persaingan antara tanaman utama dengan gulma.

Pengamatan

Variabel yang diamati adalah :

- a. Jumlah anakan per rumpun, dihitung pada bagian pangkal tanaman yang muncul di permukaan tanah. Pengukuran dilakukan setiap 2 minggu.
- b. Tinggi tanaman, diukur setelah tanaman berumur 2 minggu. Tanaman diukur dari pangkal batang yang muncul di permukaan tanah hingga ujung daun terpanjang. Pengukuran dilakukan setiap 2 minggu.
- c. Panjang akar, diukur dari bagian pangkal akar (collum) hingga tudung akar (calyptra), dari setiap rumpun, akar yang diukur adalah akar yang paling panjang. Pengukuran dilakukan pada akhir pengamatan.
- d. Berat basah tanaman, ditimbang setelah dicabut dan dilakukan pada akhir pengamatan.
- e. Berat kering tanaman, dihitung setelah dikeringkan dalam oven selama 4 hari dan dilakukan pada akhir penelitian.

Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan uji F dengan taraf 5%. Jika terdapat perlakuan yang berpengaruh nyata akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil pengamatan dan daftar sidik ragam tinggi tanaman diketahui bahwa pemberian pupuk organik cair mikrobat berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman 2MST. Aksesori tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman yang diamati. Sedangkan interaksi antara aksesori dan pemberian pupuk organik cair mikrobat berpengaruh sangat nyata terhadap parameter tinggi tanaman 2MST.

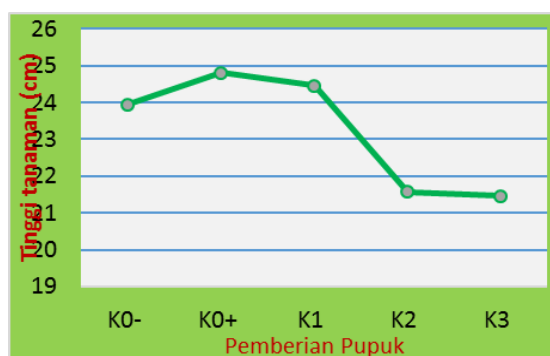
Rataan tinggi tanaman 2MST pada pemberian pupuk organik cair mikrobat dan aksesori dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Tinggi Tanaman 2MST (cm)

Konsentrasi POC Mikrobat	Aksesi		Rataan
	Pare Tallang	Pare Bau	
K0 ⁻	22,7	25,18	23,94 ^b
K0 ⁺	22,31	27,31	24,81 ^b
K1	22,81	26,11	24,46 ^b
K2	24,54	18,61	21,58 ^a
K3	20,21	22,7	21,46 ^a
Rataan	22,52 ^a	23,98 ^a	

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5 %

Hasil pengamatan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada perlakuan konsentrasi pupuk, K1 berbeda nyata dengan K2 dan K3 dan tidak berbeda nyata dengan K0⁻ dan K0⁺. Pada perlakuan aksesi, aksesi pare tallang tidak berbeda nyata dengan pare bau. Grafik tinggi tanaman 2MST pada beberapa pemberian pupuk organik cair mikrobat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pemberian Pupuk Organik Cair Mikrobat Terhadap Tinggi Tanaman.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa hubungan antara pemberian pupuk organik cair mikrobat optimum sebesar 5% dengan tinggi tanaman 24,46 cm pada 2MST.

Jumlah Anakan

Berdasarkan hasil pengamatan dan daftar sidik ragam jumlah anakan pada 2-12MST diketahui bahwa aksesi dan pemberian pupuk organik cair mikrobat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah anakan. Interaksi antara pemberian pupuk organik cair mikrobat dan aksesi padi aromatik lokal juga tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah anakan yang diamati.

Panjang Akar

Berdasarkan hasil pengamatan dan daftar sidik ragam panjang akar diketahui bahwa pemberian pupuk organik cair mikrobat dan aksesi tidak

berpengaruh nyata terhadap panjang akar. Interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar. Sehingga pada parameter ini tidak dapat dilanjutkan dengan uji duncan.

Berat Basah

Berdasarkan hasil pengamatan dan daftar sidik ragam berat basah diketahui bahwa pemberian pupuk organik cair mikrobat tidak berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman. Aksesori juga tidak berpengaruh nyata terhadap berat basah. Interaksi antara pemberian pupuk organik cair mikrobat dan aksesori tidak berpengaruh nyata terhadap parameter berat basah yang diamati. Sehingga tidak dapat dilanjutkan dengan uji duncan.

Berat Kering

Berdasarkan hasil pengamatan dan daftar sidik ragam berat basah (Lampiran 7) diketahui bahwa pemberian pupuk organik cair mikrobat dan aksesori tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman. Interaksi antara pemberian pupuk dan aksesori juga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering yang diamati. Sehingga tidak dapat dilanjutkan dengan uji duncan.

PEMBAHASAN

Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Mikrobat Terhadap Pertumbuhan Padi Aromatik Lokal

Berdasarkan hasil pengamatan dan sidik ragam dapat dilihat bahwa pupuk organik cair mikrobat berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman 2 MST dan tidak berpengaruh nyata pada parameter jumlah anakan, panjang akar, berat basah dan berat kering. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan K1 yaitu pada konsentrasi 5%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pemberian pupuk organik cair mikrobat yang diberikan akan meningkatkan pertumbuhan sampai titik optimum dan akan menurunkan pertumbuhan tanaman setelah melewati titik optimum. Ini sesuai dengan yang dikemukakan Agustina (1990) dalam [13] bahwa hasil maksimum pertumbuhan tanaman dicapai pada sejumlah nutrisi yang tidak terlalu tinggi pemberiannya karena semakin tinggi pemberian justru akan menurunkan hasil terus menerus. Perlakuan kebutuhan pupuk yang sesuai akan memberikan hasil yang terbaik.

Menurut [9], substitusi (menggantikan) pupuk kimia dengan menggunakan pupuk organik cair mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah anakan, dan bobot jerami yang setara dengan pemberian pupuk N,P,K. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dimana pada pemberian pupuk organik cair mikrobat konsentrasi 5% memperlihatkan pertumbuhan tinggi tanaman dengan nilai yang hampir sama dengan pemberian pupuk N, P, K anjuran (K_0^+).

Pengaruh Aksesori Terhadap Pertumbuhan Padi Aromatik Lokal

Berdasarkan hasil analisis statistik yang dilakukan diperoleh data yang menunjukkan bahwa aksesori tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter

penelitian yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang akar, berat basah, dan berat kering, sehingga tidak dapat dilanjutkan pada uji duncan. Dari data rata-rata dapat dilihat bahwa aksesori pare bau memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibanding aksesori pare tallang. Adanya perbedaan pertumbuhan pada kedua aksesori terhadap parameter pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal disebabkan oleh adanya perbedaan sifat atau keunggulan dari masing-masing aksesori sesuai dengan genotip yang dimilikinya. Didukung oleh Warda (2011) *dalam* [1] yang menyatakan bahwa tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif sangat dipengaruhi varietas dan galur yang memiliki adaptasi yang lebih baik terhadap lingkungan.

Pada penelitian ini diperoleh data yang menunjukkan bahwa aksesori pare tallang memiliki fase pertumbuhan vegetatif yang lebih panjang dibandingkan pare bau. Hal ini disebabkan karena kelebihan unsur hara yang diperoleh tanaman, khususnya pada unsur N. Kelebihan unsur nitrogen akan menyebabkan fase pertumbuhan vegetatif lebih panjang dan tertundanya pembungaan sebagai akibat sintesis protein yang dominan [7].

Pengaruh Interaksi Pemberian Pupuk Organik Cair Mikroba dan Aksesori Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Padi Aromatik Lokal

Berdasarkan data hasil pengamatan dan sidik ragam diketahui bahwa interaksi antara pemberian pupuk organik cair mikroba dan aksesori berbeda sangat nyata pada 2 MST. Interaksi antara pemberian pupuk organik cair mikroba dan aksesori untuk parameter tinggi tanaman umur terbaik dijumpai pada interaksi pemupukan POC mikroba konsentrasi 5% dengan aksesori pare bau (K1PB). Interaksi pemupukan terhadap aksesori sangat bervariasi yang disebabkan karena faktor genetik dan lingkungan yang mempengaruhinya. Faktor genetik atau sifat turunan seperti morfologi tanaman, daya hasil, umur tanaman dan lain-lain. Faktor lingkungan seperti iklim, tanah dan biotik. Perbedaan pertumbuhan dan hasil yang diperoleh dipengaruhi oleh satu atau lebih dari faktor tersebut [5].

Aplikasi pupuk organik cair mikroba yang tidak memperlihatkan pengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal tersebut karena dosis yang diaplikasikan rendah sedangkan kesuburan tanah juga rendah, sehingga efektivitas pupuk juga rendah. Hal ini didukung dengan pernyataan [2] bahwa pertumbuhan yang tidak optimal karena tidak tercukupinya hara tanaman menyebabkan perbedaan pengaruh POC tidak terlihat. Efisiensi penggunaan pupuk berkaitan antara waktu dan tingkat nutrisi yang dihasilkan oleh pupuk N dengan tingkat kebutuhan N tanaman yang dipengaruhi oleh tingkat kelarutan pupuk tersebut.

Rendahnya efektivitas pupuk organik cair mikroba juga disebabkan oleh tingginya suhu udara selama penelitian sehingga mengakibatkan tanaman mengalami cekaman kekeringan. Di lapangan, walaupun di dalam tanah air cukup tersedia, tanaman dapat mengalami cekaman (kekurangan air). Hal ini terjadi jika kecepatan absorpsi tidak dapat mengimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi (Islami dan Utomo, 1995 *dalam* [4]).

Pupuk organik cair mikroba mengandung mikroorganisme yang dapat memfermentasikan bahan organik, sehingga menghasilkan senyawa yang dapat

diserap langsung oleh tanaman. [8] mengemukakan bahwa tanah yang banyak mengandung mikroorganisme dapat menunjang pertumbuhan akar menembus tanah melalui pori-pori tanah, sehingga dapat menyerap air dan unsur hara yang terlarut. Bahan organik menyediakan energi dan makanan bagi mikroorganisme yang merombak bahan organik menjadi unsur hara seperti N, P, dan K yang mudah diserap oleh tanaman (Dermiyati, 1997 dalam [1]).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Pemberian pupuk organik cair mikrobat memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan, berat basah, berat kering dan panjang akar. Aksesori pare bau (PB) memperlihatkan pertumbuhan vegetatif lebih baik dibanding dengan pare tallang (PT).
2. Konsentrasi optimum pupuk organik cair mikrobat untuk pertumbuhan vegetatif aksesori pare bau adalah 5% dan konsentrasi optimum untuk pertumbuhan aksesori pare tallang umumnya pada konsentrasi 15%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alavan A, R Hayati, E Hayati (2015) Pengaruh Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Padi Gogo (*Oryza sativa* L.). Jurnal Floratek 10: 61-68.
- [2] Amilia Y (2011) Penggunaan Pupuk Organik Cair untuk Mengurangi Dosis Penggunaan Pupuk Anorganik pada Padi Sawah *Oryza sativa* L.. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [3] Apriantono A (2008) Padi, Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. Buku I. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jakarta: Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- [4] Danapriatna, N (2010) Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Serapan Nitrogen dan Pertumbuhan Tanaman. Jurnal Region 2: 34-45.
- [5] Gardner F. P., B.R. Pearce, L.M. Roger (1985) Physiology of Crop Plants. Iowa: The Iowa State University Press.
- [6] Hadisuwito, S (2008) Membuat Pupuk Kompos Cair. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- [7] Hanadyo, R., T. Hadiastono dan M. Martosudiro (2013) Pengaruh Pemberian Pupuk Daun Cair Terhadap Intensitas Serangan Tobacco Mosaic Virus (TMV), Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Tembakau *Nicotiana tabacum* L. Jurnal HPT 1: 28-36.

- [8] Lingga, P. dan Marsono (2005) Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [9] Nurjaya dan Setyorini. D (2008) Peranan Pupuk Organik Sipramin Sebagai Substitusi Pupuk N terhadap Sifat Kimia Tanah dan Hasil Padi Sawah pada Inceptisol. Makalah Seminar. Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, hal. 285 – 296.
- [10] Purwono dan H. Purnamawati (2007) Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [11] Salikin, K. A (2003) Sistem Pertanian Berkelanjutan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- [12] Sutanto, R. (2006) Penerapan Pertanian Organik (Pemasyarakatan dan Pengembangannya). Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- [13] Tawakkal, M. I (2009) Respons Pertumbuhan dan Produksi Beberapa varietas kedelai *Glycine max* L. Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Kotoran Sapi. Skripsi Hal. 23-39.

PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI SEBAGAI MEDIA PRODUKSI JAMUR MERANG *Volvariella volvacea* SINGER

Slamet Santosa

Laboratorium Lingkungan dan Kelautan, Jurusan Biologi Fmipa Unhas, Makassar

slamet_santosa@science.unhas.ac.id

Jl. P. Kemerdekaan KM.10, Makassar

Abstrak

Sulawesi selatan merupakan salah satu daerah yang penduduknya banyak mengembangkan tanaman padi sebagai usaha dalam kehidupannya. Pemanenan padi menghasilkan limbah jerami yang berlimpah dan petani sering membakar menyebabkan pencemaran udara. Limbah jerami dapat dimanfaatkan sebagai bahan media pertumbuhan budidaya jamur merang *Volvariella volvacea* Singer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi tubuh buah jamur merang *V. volvacea* Singer pada media limbah jerami yang dikomposkan dengan bekatul dan kapur. Limbah jerami dipotong menjadi 30 cm, ditimbang sebanyak 10 kg, direndam 1 jam, diangkat dan dicampur kapur 10%, 20% dan 30%, diaduk rata lalu dikomposkan selama 5 hari. Setelah 5 hari, limbah jerami dicampur bekatul 10%, 20% dan 30%, diaduk rata lalu dikomposkan selama 5 hari. Penanaman jamur merang dilakukan dalam rak bambu ukuran 2x1x1 m³. Produksi tubuh buah jamur merang *V. volvacea* Singer pada media JK2B3 yaitu bobot basah 250g, jumlah tubuh buah 28 dan diameter tubuh buah berkisar 2- 6cm. Produksi jamur merang pada media JK2B3 berbeda nyata dengan produksi pada media lainnya. Produktivitas jamur merang pada media lainnya untuk bobot basah berkisar 100-230g, jumlah tubuh buah berkisar 15-25 dan diameter tubuh buah berkisar 1,5 -5cm. Penelitian ini menyimpulkan bahwa limbah jerami yang dikomposkan dengan kapur 20% dan bekatul 30% memproduksi jamur merang *V. volvacea* singer yang terbanyak.

Kata kunci : limbah jerami, produksi, jamur merang

1. PENDAHULUAN

Produksi jamur merang sangat dipengaruhi oleh media tempat jamur merang tumbuh, karena jamur tidak dapat berasimilasi dan tergolong jasad heterotropik sehingga untuk keperluan hidupnya tanaman jamur mempunyai ketergantungan pada sumber nutrisi (Nurman dan Kahar, 1990). Sumber nutrisi dapat diberikan kepada media atau didapatkan langsung dari media tersebut. Media tersebut berupa jerami, limbah kapas, sorgum, gandum, jagung, ampas tebu, sabut kelapa, daun pisang, serbuk gergaji, alang-alang dan lainnya. Jerami padi merupakan bahan utama dalam pembuatan media jamur merang, karena mengandung selulosa yang tinggi yaitu 2,98 % dan garam mineral (N, P, K). Pemakaian jerami padi sebagai media tumbuh jamur merang karena jumlahnya banyak, murah dan mudah didapat.

Media tumbuh yang umum digunakan untuk membudidayakan atau menanam jamur merang adalah jerami padi, tetapi jamur merang juga dapat tumbuh pada limbah kapas, sorgum, gandum, jagung, tembakau, limbah sayuran, ampas tebu, sabut kelapa, daun pisang, enceng gondok, ampas sagu, serbuk gergaji, dan sebagainya (Sinaga, 2001). Secara kimiawi penggunaan limbah jerami padi dan sawit dimungkinkan untuk budidaya jamur merang karena

limbah-limbah tersebut masih mengandung bahan organik dan hara mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur (Indra, 2002).

Jamur merang merupakan organisme heterotrof yang memperoleh nutrisi dari bahan yang dikomposkan. Selama pengomposan, senyawa kompleks yang terdapat pada substrat diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana (gula, amilum, dan hidrat arang). Selulosa dan hemiselulosa pada media tumbuh merupakan sumber karbon utama yang dapat digunakan untuk pertumbuhan miselium jamur merang. Proses pengomposan yang baik dapat dilihat dari penampilan fisik kompos yang dihasilkan yaitu berwarna coklat kehitaman dan teksturnya remah (Chang and Miles, 1982).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan percobaan semi laboratorium di dalam kumbung yang dipasteurisasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : bibit jamur merang, jerami padi, bekatul, kapur, dan air. Sedangkan peralatan yang digunakan yaitu kumbung (rak penanaman jamur), termometer, penggaris, dan 1 set alat pasteurisasi.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 10 perlakuan media tumbuh/produksi dan setiap perlakuan diberi ulangan 3 kali. Perlakuan media tumbuh sebagai berikut :

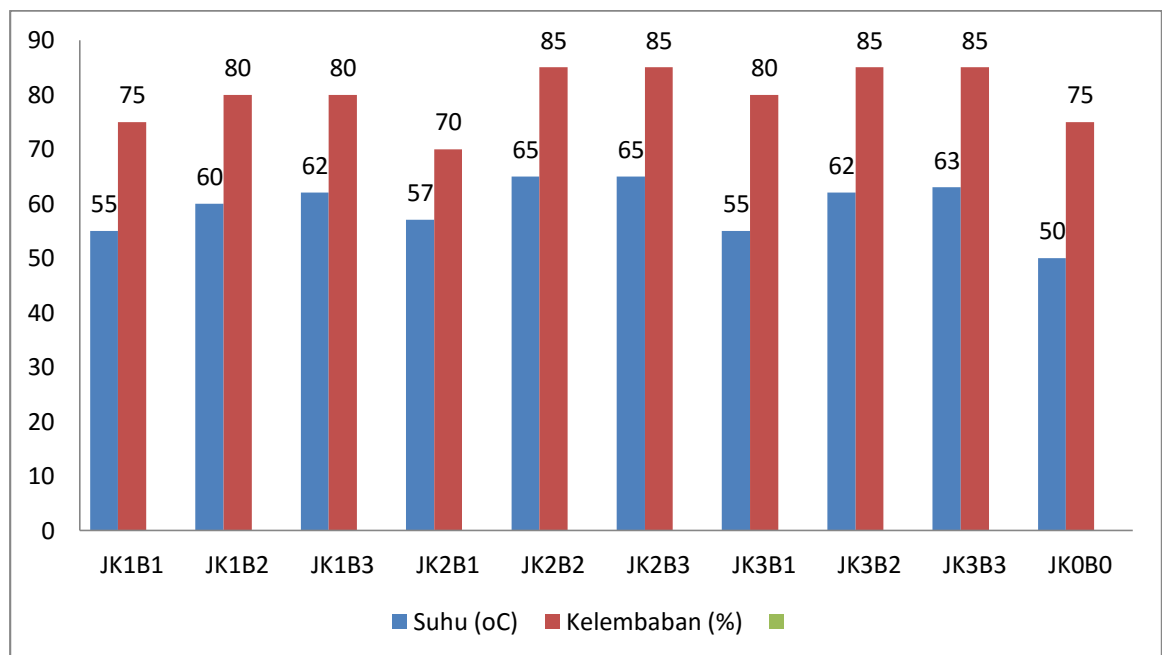
1. Limbah jerami 10 kg + 10% kapur + 10% bekatul (JK1B1)
2. Limbah jerami 10kg + 10% kapur + 20% bekatul (JK1B2)
3. Limbah jerami 10 kg +10% kapur +30% bekatul (JK1B3)
4. Limbah jerami 10 kg + 20% kapur + 10% bekatul (JK2B1)
5. Limbah jerami 10kg + 20% kapur + 20% bekatul (JK2B2)
6. Limbah jerami 10 kg + 20% kapur + 30% bekatul (JK2B3)
7. Limbah jerami 10 kg +30% kapur + 10% bekatul (JK3B1)
8. Limbah jerami 10kg + 30% kapur + 20% bekatul (JK3B2)
9. Limbah jerami 10 kg + 30% kapur +30% bekatul (JK3B3)
10. Limbah jerami 10 kg tanpa tambahan kapur dan bekatul (JK0B0)

Limbah jerami yang sudah dipotong 30 cm, direndam dalam air selama 3 jam diangkat lalu dicampur kapur sesuai perlakuan, diaduk rata dan dikomposkan selama 5 hari. Setelah 5 hari campuran tersebut diberi bekatul sesuai perlakuan, diaduk rata dan dikomposkan selama 5 hari. Selama proses pengomposan diamati warna, suhu dan kelembaban kompos. Selanjutnya kompos atau media tumbuh dimasukkan dalam kumbung dan dipasteurisasi dengan suhu 70^{0C} . Penanaman bibit jamur merang dilakukan pada pagi hari dengan menaburkan 1 botol bibit diatas permukaan setiap media tumbuh.

Panen dilakukan apabila jamur sudah mencapai stadia kancing dengan ukuran tudung (diameter tubuh buah) berkisar 1 - 10 cm, atau telah berumur 6-15 hari setelah penaburan bibit. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah bobot segar tubuh buah, jumlah tubuh buah, dan diameter tubuh buah. Analisis statistika yang digunakan dalam penelitian yaitu analisis ragam (ANOVA) sesuai dengan rancangan percobaan yang digunakan yaitu RAL, dengan uji beda rata-rata antar perlakuan dengan BNT 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama proses pengomposan limbah jerami (10 perlakuan) diperoleh nilai suhu dan kelembaban yang bervariasi (Gambar 1). Nilai suhu dan kelembaban pada pengomposan limbah jerami ini menunjukkan bahwa proses dekomposisi limbah jerami sudah berlangsung sempurna. Karena hasil pengukuran parameter pengomposan yaitu suhu berkisar 50-65^{0C}, kelembaban berkisar 70-85% memenuhi standart pengomposan. Murbandono (2002), suhu dan kelembaban merupakan faktor lingkungan yang menjadi indikator proses dekomposisi bahan organik. Kompos yang matang ditunjukkan dengan warna coklat kehitaman. Penelitian ini menghasilkan warna kompos coklat kehitaman pada semua perlakuan yang menunjukkan bahwa sudah memenuhi untuk menjadi media produksi jamur merang *V. volvariella* Singer.



Gambar 1. Suhu dan kelembaban selama proses pengomposan

Pengomposan yang optimal akan menghasilkan kompos yang berkualitas baik karena proses pengomposan telah berlangsung sempurna dan sebagian besar polisakarida dan protein yang terkandung dalam kompos telah terurai menjadi bentuk yang lebih sederhana. Aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik yang terdapat pada kompos menyebabkan suhu kompos menjadi meningkat. Suhu yang semakin meningkat sangat diperlukan bagi aktivitas bakteri termofil dalam merombak bahan organik tersebut, sehingga kompos yang dihasilkan mampu menyediakan zat-zat makanan yang dibutuhkan bagi pertumbuhan jamur merang. Pada media yang subur, miselium akan tumbuh dengan cepat dan merata keseluruhan permukaan media sehingga menekan pertumbuhan kontaminan (Sinaga, 2001). Menurut Abdoellah (1992) bahwa pengomposan merupakan proses penguraian secara mikrobiologis setumpuk bahan organik yang relatif

stabil. Proses pengomposan menurunkan kadar C/N pada media sampai 50 %. Pengomposan bahan baku media yang memiliki C/N rasio tinggi memerlukan waktu yang lama dan bahan baku media yang sudah mendekati C/N tanah dapat langsung digunakan sebagai media tumbuh.

Hasil pengukuran parameter pengomposan menunjukkan bahwa kompos limbah jerami (10 perlakuan) memenuhi syarat menjadi media produksi jamur merang, yang dibuktikan dengan pertumbuhan bibit dan produksi jamur merang. Media perlakuan JK2B3 menghasilkan bobot tubuh buah 250g, jumlah tubuh buah 28 dan diameter tubuh buah berkisar 2-6 cm. Produksi jamur merang pada media JK2B3 berbeda nyata dibandingkan produksi pada media JK1B1, JK1B2, JK1B3, JK2B1, JK2B2, JK3B1, JK3B2, JK3B3 dan JK0B0. Produksi jamur merang pada media JK1B1, JK1B2, JK1B3, JK2B1, JK2B2, JK3B1, JK3B2, JK3B3 dan JK0B0 yaitu bobot tubuh buah berkisar 100-230g, jumlah tubuh buah berkisar 15-25 dan diameter tubuh buah berkisar 1,5-5 cm (Tabel 1). Hasil penelitian Santosa (2000), jamur merang yang dibudidayakan pada limbah jerami dengan kapur, bekatul dan efektif mikroba menghasilkan produksi terbanyak dengan total panen tubuh buah 15,7kg. Farid (2011), menyimpulkan bahwa limbah jerami yang dikomposkan merupakan media jamur merang terbaik. Sukendro dkk. (2001) menunjukkan waktu pengomposan jerami padi berpengaruh sangat nyata terhadap bobot total jamur merang selama 21 hari panen. Pengomposan jerami padi 25, 20, 15, 10, dan 5 hari memberikan hasil produksi terbaik pada hari ke 5 dan 10. Sinaga (2001), produksi jamur merang bergantung pada teknik budidaya dan jenis substrat. Produksi jamur merang antara lain dipengaruhi oleh jenis dan lamanya pengomposan substrat.

Tabel 1. Bobot, Jumlah dan diameter tubuh buah jamur merang pada 10 media tumbuh

Kode Media	Panen 1			Panen 2			Total Panen	
	Bobot tubuh buah (g)	Jumlah tubuh buah	Diameter Tubuh buah (cm)	Bobot tubuh buah (g)	Jumlah tubuh buah	Diameter Tubuh buah (cm)	Bobot Tubuh buah (g)	Jumlah tubuh buah
JK1B1	90	11	2-6	90	8	1,5-4	180	19
JK1B2	100	13	1,5-5	90	10	1,5-5	180	23
JK1B3	120	14	2-6	100	11	2-5	220	25
JK2B1	70	10	1,5-4	100	12	1,5-5	170	22
JK2B2	130	14	2-5	100	11	1,5-4	230	25
JK2B3	150	16	2-6	100	12	2-4	250	28
JK3B1	80	10	1,5-4	80	8	2-5	160	18
JK3B2	90	11	1,5-5	80	8	1,5-5	170	19
JK3B3	100	12	2-6	100	12	1,5-6	200	24
JK0B0	60	10	2	40	5	1,5	100	15

Murbandono (2002) menyatakan bahwa semakin banyak nutrisi yang diperoleh maka pertumbuhan miselium akan semakin cepat. Banyaknya miselium yang tumbuh akan mempengaruhi banyaknya tubuh buah yang kemudian berpengaruh pada berat segar total tubuh buah jamur merang. Namun terkadang jumlah tubuh buah sedikit dan mempunyai ukuran diameter dan tinggi tubuh buah yang besar dapat mempengaruhi berat tubuh buah, karena kandungan air yang tinggi dalam tubuh buah jamur merang

Produksi jamur pada media JK2B3 terbanyak diperkirakan karena media dalam kondisi netral dan nutrisi terpenuhi untuk mikroba pengurai. Media perlakuan JK2B3 menggunakan kapur 20% menyebabkan kondisi keasaman media netral (PH 7,0) dibanding yang menggunakan kapur 10 dan 30%, keasamannya 6,0 dan 8,0. Jamur merang mengalami pertumbuhan dan perkembangan dalam kondisi media netral, keasaman berkisar 6,5-7,0 (Widiyastuti, 2001). Penggunaan bekatul 30% menyebabkan proses dekomposisi berlangsung lebih cepat karena bekatul kaya nutrisi untuk perkembangan mikroba pengurai. Irlbeck (2000), bekatul merupakan hasil dari penggilingan padi yang dapat digunakan sebagai tambahan nutrisi pada media tumbuh jamur. Bekatul mempunyai sumber karbon dan nitrogen lebih kompleks dibandingkan media lain. Karbohidrat yang mudah tersedia seperti halnya bekatul padi merupakan sumber energi yang dapat memfasilitasi aktifitas mikroorganisme dalam melakukan proses fermentasi. Sukendro dkk, (2001), mikroorganisme pada umumnya menggunakan bermacam-macam karbohidrat sebagai sumber utama energi, baik dalam bentuk polisakarida, disakarida maupun monosakarida bekatul padi merupakan sumber energi yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa limbah jerami yang dikomposkan dengan kapur 20% dan bekatul 30% menghasilkan bobot tubuh buah, jumlah tubuh buah dan diameter tubuh buah jamur merang terbaik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdoellah, S. 1992. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Pada Perkembangan Kakao Dan Kopi. Puslit Kopi Dan Kakao. Jember
- [2] Chang S.T. and Miles P.G. 1982. Introduction to mushroom science, Di dalam: Chang ST. Quimio TH Cd. Tropical Mushroom. Hongkong: Chinese Univ Pr, him 3-10.
- [3] Farid, A. 2011. Pengaruh pengomposan dan macam sumber karbohidrat terhadap pertumbuhan dan hasil panen jamur merang. Faperta, Unej. Jember.
- [4] Irlbeck, N.A. 2000. Basics of Alpaca Nutrition. Alpaca Owners and Breeder Association AnnualConference Proceedings. June 4. Louisville.
- [5] Indra, N. 2008. Jamur Merang dan Budidayanya. Angkasa. Jakarta. 77 hlm.
- [6] Murbandono L. 2002. Membuat Kompos. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta
- [7] Nurman, S. dan Kahar, A. 1990. Bertanam Jamur dan Seni Memasaknya. Angkasa. Bandung.

- [8] Sinaga, M.S. 2001. Jamur Merang dan Budi dayanya. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [9] Santosa, S. 2000. Pengembangan budidaya jamur merang *Volvariella volvacea* Singer dengan memanfaatkan beberapa limbah pertanian. CEPI-PROJECT. Makassar.
- [10] Sukendro L., Agustin W.G., dan Okky S.D. 2001. Pengaruh Pengomposan Limbah Kapas Terhadap Produksi Jamur Merang. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 6 (1) : 19-22.
- [11] Widiyastuti B. 2001. Budidaya Jamur Kompos: Jamur Merang, Jamur Kancing. Penebar Swadaya. Jakarta.

PENGARUH PUPUK ORGANIK CAIR MIKROBAT PADA PERTUMBUHAN VEGETATIF PADI AROMATIK LOKAL ENREKANG

A. Masniawati¹, Sri Suhadiyah², Elis Tambaru³, Dewi Sulastris Anwar⁴

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin

¹*Email: masniawatiy@gmail.com dan dewisulastris_xiia3@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian mengenai pengaruh pemberian pupuk organik cair mikrobat terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal Enrekang Sulawesi Selatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair mikrobat terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal serta dosis optimal terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik. Dilaksanakan dalam bentuk percobaan lapangan yang dilaksanakan pada bulan Juni-Oktober 2015 di Kebun Biologi, Jurusan Biologi, Universitas Hasanuddin dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 Faktorial, 5 Perlakuan dan 3 Ulangan. Analisis data menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan 5%. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair mikrobat pada aksesi Pare Mansur dan Pare Pinjan memberi pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (4 Minggu Setelah Tanam, 8 Minggu Setelah Tanam, dan 12 Minggu Setelah Tanam), jumlah anakan (10 Minggu Setelah Tanam dan 12 Minggu Setelah Tanam), berat basah, berat kering tanaman dan panjang akar. Aksesi Pare Pinjan memperlihatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah anakan, berat basah tanaman, berat kering tanaman dan panjang akar lebih baik dibanding dengan Pare Mansur. Penggunaan pupuk organik cair mikrobat pada konsentrasi K1 pada dosis 5% (5 ml pupuk organik cair + 95 ml air) merupakan dosis yang terbaik untuk pertumbuhan tanaman padi aromatik lokal Enrekang aksesi pare Pinjan.

Kata Kunci : pupuk cair, padi aromatik, pertumbuhan vegetatif.

1. PENDAHULUAN

Padi *Oryza sativa* L. merupakan tanaman pangan yang sangat penting yang ditanam hampir sepertiga dari jumlah total bahan pangan di dunia (Purwono dan Purnamawati, 2007). Padi aromatik lokal Enrekang merupakan salah satu jenis padi aromatik yang memiliki aroma wangi yang tajam (Balitpa, 2002)^[1]. Salah satu upaya peningkatan produktivitas tanaman padi adalah dengan mencukupkan kebutuhan haranya. Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sebab unsur hara yang terdapat di dalam tanah tidak selalu mencukupi untuk memacu pertumbuhan tanaman secara optimal (Salikin, 2003).

Pupuk organik merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik yang diurai (dirombak) oleh mikroba, yang hasil akhirnya dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Supartha, ddk., 2012). Pupuk organik cair merupakan pupuk majemuk bahkan disebut pupuk lengkap ini disebabkan dalam pupuk organik cair sudah terkandung beberapa unsur hara (baik makro maupun mikro) dengan konsentrasi berbeda-beda (Lingga dan Marsono, 2004).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik cair *Mikrobat* terhadap beberapa parameter pertumbuhan vegetatif padi aromatik lokal Enrekang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Oktober 2015 di Kebun Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola 2x5 yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah dengan 2 aksesori padi aromatik lokal Enrekang yaitu aksesori Pare Pinjan (PP), dan Pare Mansur (PM), sedangkan faktor kedua dengan dosis pupuk organik cair yaitu $K0^+$ (kontrol positif) dengan pemberian pupuk urea (N,P,K anjuran), $K0^-$ (kontrol negatif) yaitu tanpa perlakuan pupuk, K1 (konsentrasi I dengan dosis 5%), K2 (konsentrasi II dengan dosis 10%), K3 (konsentrasi III dengan dosis 15%), masing-masing perlakuan terdiri atas tiga ulangan.

Benih dipilih kemudian direndam dengan air. Perendaman bertujuan untuk melunakkan sekam gabah sehingga dapat mempercepat benih untuk berkecambah. Perendaman dilakukan selama 24 sampai 48 jam. Setelah biji padi direndam dan muncul sedikit kecambah/akar barulah ditanam ke ember. Setiap ember diisi dengan 3 (benih) benih tanaman. Aplikasi Pupuk organik cair *mikrobat* dilakukan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Pemupukan dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali yaitu pada saat tanaman berumur 2, 4 dan 6 minggu setelah tanam. Perawatan tanaman meliputi penyiraman dan penyiangan.

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah anakan, berat basah tanaman, berat kering tanaman, dan panjang akar. Data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan uji F. Jika terdapat perlakuan yang berpengaruh nyata akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan uji F. Jika terdapat perlakuan yang berpengaruh nyata akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) (Soplanit, dkk., 2012).

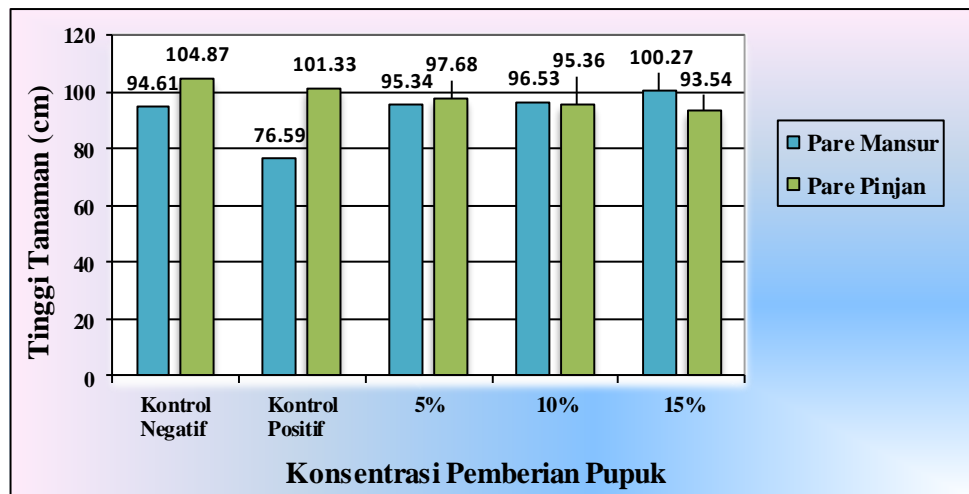
Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk cair mikrobat dan pemberian pupuk urea (N, P, K anjuran) pada tanaman Padi Aromatik belum menunjukkan pengaruh yang baik terhadap beberapa parameter pertumbuhan yang diamati. Parameter hasil pengamatan meliputi pengamatan vegetatif, seperti tinggi tanaman, jumlah anakan, berat basah tanaman, berat kering tanaman dan panjang akar.

Tinggi Tanaman Padi Aromatik Lokal *Oryza sativa* L.

Tabel 1. Hasil Analisis Interaksi antara Perlakuan Pupuk Organik Cair *Mikrobat* dengan Aksesori Pare Mansur (PM) dan Pare Pinjan (PP) Terhadap Tinggi Tanaman 12 MST (Minggu Setelah Tanam)

Perlakuan	Nilai Rataan (cm)	Nilai Pembanding Duncan 5%
K0 ⁺ PM	76.59 ^a	12.74
K3 PP	93.54 ^b	13.38
K0 ⁻ PM	94.61 ^b	13.77
K1 PM	95.34 ^b	14.03
K2 PP	95.36 ^b	14.24
K2 PM	96.53 ^b	14.37
K1 PP	97.68 ^b	14.46
K3 PM	100.27 ^b	14.54
K0 ⁺ PP	101.33 ^b	14.63
K0 ⁻ PP	104.87 ^b	-

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan DMRT pada taraf 5 %.



Gambar 2. Histogram Interaksi antara Perlakuan Pupuk Organik Cair *Mikrobat* dengan Aksesori Pare Mansur (PM) dan Pare Pinjan (PP) Terhadap Tinggi Tanaman 12 MST (Minggu Setelah Tanam).

Pertumbuhan tinggi tanaman untuk hasil analisis statistik intraksi antara perlakuan pupuk organik cair *mikrobat* dengan aksesori pare Mansur dan pare Pinjan umur 12 MST memperlihatkan hasil yang berbeda nyata. Menurut Dwi (2006) dalam Kasniar dan Supadma (2007) setiap tanaman dengan dosis yang diberikan akan mempengaruhi besar kecilnya kandungan hara dalam pupuk tersebut, tetapi belum dapat dijamin bahwa semakin besar dosis yang diberikan akan semakin meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sebab tanaman juga memiliki batas tertentu akan menyebabkan hasil semakin meningkat, dan pada konsentrasi yang melebihi batas tertentu pula akan menyebabkan hasil semakin menurun dan juga tanaman akan tumbuh dengan baik apabila unsur hara yang diberikan berada

dalam jumlah yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman (Mappangaro, dkk., 2011)^[13].

Tabel 2. Hasil Analisis Pengaruh Aksesori Pare Mansur (PM) dan Pare Pinjan (PP) Terhadap Tinggi Tanaman 4 MST dan 12 MST (Minggu Setelah Tanam)

Aksesori	Nilai Rataan (cm) 4 MST	Nilai Rataan (cm) 12 MST
Pare Mansur	82.24 ^a	277.99 ^a
Pare Pinjan	97.42 ^b	295.66 ^b

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan DMRT pada taraf 5 %.

Dari data rata-rata dapat dilihat (Tabel 2) bahwa aksesori pare Pinjan memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibanding dengan pare Mansur. Adanya perbedaan pertumbuhan ke 2 (dua) aksesori terhadap pengamatan vegetatif, diduga disebabkan oleh adanya perbedaan sifat atau keunggulan dari masing-masing aksesori sesuai dengan genotip yang dimilikinya. Menurut Setyamidjaja (1986)^[17] menyatakan bahwa pertumbuhan merupakan perkembangan yang progresif dari suatu organisme dan sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan dimana faktor lingkungan yang utama adalah pengaruh perlakuan pemupukan yang diberikan. Ditambah oleh Taslim dan Fagi (1988)^[22] bahwa tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh sifat genetik dan lingkungan tumbuhnya, sifat genetik akan muncul melalui pertumbuhan organ apabila faktor lingkungan sesuai.

Banyak faktor yang menyebabkan perlakuan pemberian pupuk organik cair mikroba menunjukkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi berbeda-beda. Tinggi tanaman semakin meningkat dengan besarnya serapan N oleh tanaman. Pemupukan nitrogen dapat menunjang pertumbuhan tanaman padi karena nitrogen berfungsi memacu pertumbuhan vegetatif tanaman. Selain itu kandungan mikroorganisme yang terdapat dalam pupuk organik cair *mikroba* berfungsi sebagai anti toksin, sehingga dapat menyehatkan tanaman, sebagai penyuplai hara dan hormon bagi tanaman, pengurai bahan organik serta melindungi tanaman dari serangan pathogen sehingga dapat mempercepat pertumbuhan tanaman.

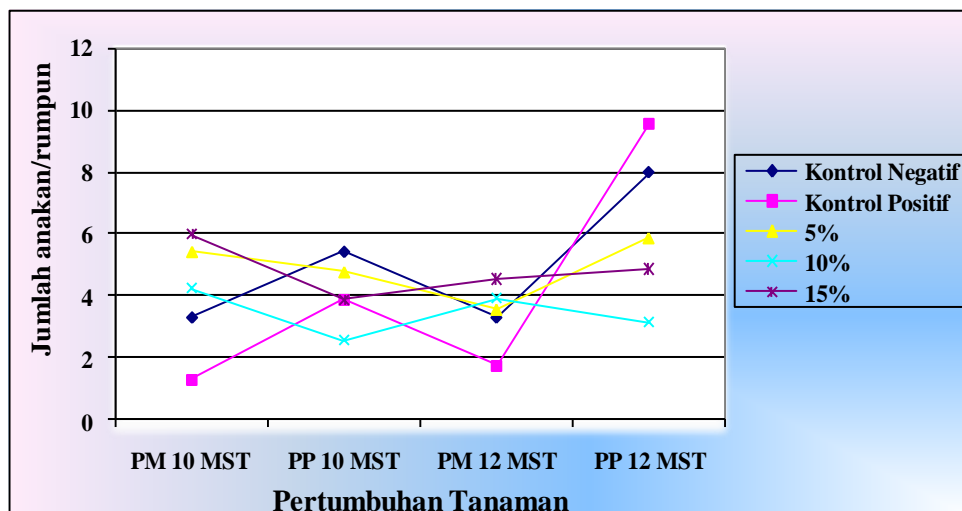
Prajnanta (2004) bahwa pemberian pupuk organik dalam bentuk cair lebih efektif karena dapat langsung masuk ke dalam tanah, juga dapat dengan mudah mencapai tempat-tempat yang dilalui akar.

Jumlah Anakan Tanaman Padi Aromatik Lokal *Oryza sativa* L.

Tabel 3. Hasil Analisis Interaksi antara Perlakuan Pupuk Organik Cair *Mikrobat* dengan Aksesori Pare Mansur (PM) dan Pare Pinjan (PP) Terhadap Jumlah Anakan Tanaman 10 MST dan 12 MST

Perlakuan	Nilai Rataan (cm) 10 MST	Nilai Rataan (cm) 12 MST
K0 ⁻ PM	3.33 ^{abc}	3.33 ^{ab}
K0 ⁻ PP	5.44 ^c	8.00 ^{cd}
K0 ⁺ PM	1.33 ^a	1.78 ^a
K0 ⁺ PP	3.89 ^{bc}	9.56 ^d
K1 PM	5.44 ^c	3.56 ^{ab}
K1 PP	4.78 ^{bc}	5.89 ^{bc}
K2 PM	4.22 ^{bc}	3.89 ^{ab}
K2 PP	2.56 ^{ab}	3.11 ^{ab}
K3 PM	6.00 ^d	4.56 ^{ab}
K3 PP	3.89 ^{bc}	4.89 ^{bc}

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan DMRT pada taraf 5 %.



Gambar 3. Grafik Interaksi antara Perlakuan Pupuk Organik Cair Mikrobat dengan Aksesori Pare Mansur (PM) dan Pare Pinjan (PP) Terhadap Jumlah Anakan Tanaman 10 MST dan 12 MST.

Hasil analisis statistik diketahui bahwa interaksi antara perlakuan pupuk organik cair *mikrobat* dengan aksesori Pare Mansur dan Pare Pinjan umur 10 MST dan 12 MST memperlihatkan hasil yang berbeda nyata. Jumlah anakan merupakan salah satu parameter pertumbuhan yang digunakan untuk mengetahui pengaruh lingkungan dan perlakuan yang dilakukan di lapangan, selain itu jumlah anakan juga digunakan sebagai dasar dalam penentuan produktifitas hasil tanaman. Jumlah anakan yang dihasilkan dari pengaruh komposisi dan konsentrasi pupuk organik cair pada pertumbuhan padi lokal Enrekang menunjukkan kemampuan beradaptasi dengan lingkungannya. Pupuk organik memberikan efek yang menguntungkan selain aman terhadap lingkungan juga berefek positif pada

tanaman karena mengandung hormon tumbuh dan mikroorganisme yang menguntungkan tanaman.

Tabel 5. Hasil Analisis Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair *Mikrobat* Terhadap Jumlah Anakan Tanaman 10 MST

Perlakuan	Nilai Rataan 10 MST
K0-	13.17b
K0+	7.83a
K1	15.33b
K2	10.17a
K3	14.83b

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan DMRT pada taraf 5 %.

Hasil analisis statistik diperoleh bahwa perlakuan pemberian pupuk organik cair *mikrobat* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah anakan 10 MST. Menurut Dartinus (1988)^[3] walaupun tersedia nutrient dalam jumlah banyak, beberapa hara menjadi pembatas dan mengentikan pertumbuhan tanaman. Sebab tanaman juga memiliki batas tertentu untuk menghasilkan hasil yang meningkat dan akan tumbuh dengan baik apabila unsur hara yang diberikan berada dalam jumlah yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Menurut Hardjowigeno (1993)^[6] fungsi kalium adalah membantu pembentukan protein dan translokasi hasil fotosintat, serta biokatalisator berbagai reaksi metabolisme dalam tanaman. Oleh karena itu, kekurangan kalium akan menyebabkan pertambahan jumlah anakan maksimum padi ikut terhambat. Jumlah anakan maksimum dipengaruhi oleh proses metabolisme pada tanaman padi yang didukung oleh ketersediaan unsur hara di dalam tanah.

Berat Basah, Berat Kering dan Panjang Akar Tanaman Padi Aromatik Lokal *Oryza sativa* L.

Tabel 6. Hasil Analisis Interaksi antara Perlakuan Pupuk Organik Cair *Mikrobat* dengan Aksesori Pare Mansur (PM) dan Pare Pinjan (PP) Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Perlakuan	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)
K0- PM	21.34 ^a	10.66 ^{ab}
K0- PP	82.44 ^{bc}	22.30 ^{cd}
K0+ PM	15.19 ^a	7.28 ^a
K0+ PP	105.79 ^c	24.20 ^d
K1 PM	40.63 ^{ab}	11.04 ^{ab}
K1 PP	58.27 ^{abc}	16.89 ^{abcd}
K2 PM	27.71 ^a	17.49 ^{bcd}
K2 PP	28.31 ^a	8.61 ^{ab}
K3 PM	23.79 ^a	14.26 ^{abcd}
K3 PP	58.55 ^{abc}	12.01 ^{abc}

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan DMRT pada taraf 5 %.

Hasil analisis statistik diketahui bahwa intraksi antara perlakuan pupuk organik cair *mikrobat* dengan aksesori Pare Mansur dan Pare Pinjan untuk berat basah dan berat kering tanaman memperlihatkan hasil yang berbeda nyata.

Dalam imbang yang diberikan mengandung pupuk urea sumber N, KCL sumber K dan SP-36 sumber P merupakan pemberian yang tepat karena mengandung unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman. Menurut Syekhfani (1994), pemupukan nitrogen dapat menunjang pertumbuhan tanaman padi sawah karena nitrogen berfungsi memacu pertumbuhan vegetatif tanaman.

Peningkatan hasil bobot tanaman dapat mencapai hasil yang optimal, karena tanaman memperoleh hara yang dibutuhkan sehingga peningkatan jumlah maupun ukuran sel dapat mencapai optimal serta memungkinkan adanya peningkatan kandungan air tanaman yang optimal pula. Menurut Loveless (1987) sebagian besar berat basah tumbuhan disebabkan oleh kandungan air. Lebih lanjut menurut Gardner *et al.* (1985)^[5] berat basah tanaman umumnya sangat berfluktuasi, tergantung pada keadaan kelembaban tanaman, sedangkan menurut Jumin (2002)^[8] menjelaskan bahwa besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan langsung dengan proses fisiologi, morfologi serta faktor lingkungan.

Tabel 7. Hasil Analisis Pengaruh Aksesori Pare Mansur (PM) dan Pare Pinjan (PP) Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Perlakuan	Berat Basah Tanaman	Berat Kering Tanaman
Pare Mansur	77.2 ^a	36.43 ^a
Pare Pinjan	200.02 ^b	50.4 ^b

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan DMRT pada taraf 5 %.

Adanya perbedaan pada masing-masing aksesori terjadi karena adanya perbedaan genetik pada ke 2 (dua) aksesori dan adanya pengaruh lingkungan. Setiap aksesori memiliki ciri dan sifat khusus yang berpengaruh satu sama lain sehingga akan menunjukkan keragaman penampilan. Seperti yang dikemukakan oleh Loveless (1989)^[11] suatu fenotip (penampilan dan cara berfungsinya) individu merupakan hasil interaksi antara genotip (warisan alami) dan lingkungannya. Walaupun sifat khas suatu fenotip tertentu tidak dapat selamanya ditentukan oleh perbedaan genotip atau lingkungan, ada kemungkinan perbedaan fenotip antara individu yang terpisahkan itu disebabkan oleh perbedaan lingkungan atau perbedaan keduanya.

Tabel 8. Hasil Analisis Pengaruh Pupuk Organik Cair *Mikrobat* Terhadap Panjang Akar Tanaman

Perlakuan	Nilai Rataan
K0 ⁻	116.63 ^b
K0 ⁺	92.40 ^a
K1	136.87 ^c

K2	111.90 ^b
K3	119.90 ^b

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan DMRT pada taraf 5 %.

Adanya respon pertumbuhan akar tanaman yang baik pada pemberian pupuk organik cair mikrobat disebabkan adanya nutrisi yang berupa hara yang terkandung. Keberhasilan pertumbuhan tanaman ditentukan oleh perkembangan akarnya. Akar tanaman hendaknya berada pada suatu lingkungan yang mampu memberikan tunjangan struktural, memungkinkan absorpsi air dan ketersediaan nutrisi yang memadai. Selain itu, media tanam memungkinkan drainase dan pH yang baik bagi tanaman (Ingels, 1985).

Pertumbuhan biomassa tanaman padi sangat ditentukan oleh kecukupan hara N dan P, sedangkan untuk pertumbuhan akar sangat ditentukan oleh kecukupan unsur P (Dobermann and Fairhurst, 2000)^[4]. Fosfor adalah salah satu hara mikro yang esensial untuk pertumbuhan tanaman. Meski tanaman membutuhkan P lebih sedikit dibanding N, tetapi P dibutuhkan untuk memproduksi energi dan kecepatan pertumbuhan tanaman (Chien *et al.* 1990).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian pupuk organik cair *mikrobat* pada aksesori Pare Mansur dan Pare Pinjan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (4 Minggu Setelah Tanam, 8 Minggu Setelah Tanam, dan 12 Minggu Setelah Tanam), jumlah anakan (10 Minggu Setelah Tanam, dan 12 Minggu Setelah Tanam), berat basah tanaman, berat kering tanaman dan panjang akar tanaman. Aksesori Pare Pinjan memperlihatkan pertumbuhan vegetatif lebih baik dibanding dengan Pare Mansur.
2. Dosis terbaik pemberian pupuk organik cair *mikrobat* untuk pertumbuhan vegetatif tanaman padi aromatik lokal Enrekang aksesori Pare Pinjan yaitu pada konsentrasi (K1) 5% dan dosis terbaik untuk aksesori Pare Mansur umumnya pada konsentrasi (K3) 15%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balai Penelitian Tanaman Padi, 2002. Deskripsi Varietas Unggul Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- [2] Chien, S.H., P.W.G., Sale dan L. Hammond, 1990. Comparison of the Effectiveness of Phosphorus Fertilizer Product. Dalam Phosphorus Requirements for Sustainable Agriculture in Asia and Oceania (Proceedings of Symposium 6-10 March 1989. International Rice Research Institute. Los Bonos. Philippina.

- [3] Dartinus, 1988. Fisiologi Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Islam Sumatera Utara. Medan.
- [4] Dobermann, A., dan T. Fairhurst, 2000. Rice Nutrient Disorders and Nutrient Management. Oxford Graphics Printers Pte Ltd. 191p.
- [5] Gardner, F.P., B.R. Pearce, and L.M. Roger, 1985. Physiology of Crop Plants. The Iowa State University Press. Iowa.
- [6] Hardjowigeno, S. 1993. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo Jakarta. Cetakan ke-4.
- [7] Ingels, J.E., 1985. Ornamental Horticulture. Principles and Practices State University of New York Agricultural and Technical College. Delmar publisher Inc. 542 P.
- [8] Jumin, H.B, 2002. Agroekologi. Suatu Pendekatan Fisiologi. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- [9] Kasnari, D.N., dan N. Supadma, 2007. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk (N, P, K) Dan Jenis Pupuk Alternatif Terhadap Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Kadar N, P, K Inceptisol Selemadeg, Tabanan. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- [10] Lingga dan Marsono, 2004. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Redaksi Agromedia. Jakarta.
- [11] Loveless, A.R., 1987. Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- [12] Loveless, A.R., 1989. Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik. Terjemahan K. Kartawinata, S. Dinimiharja dan U. Soetisna. Gramedia. Jakarta.
- [13] Mappanganro, N., E.L. Sengini, dan Baharuddin. 2011. Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Stroberi Pada Berbagai Jenis Dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair Dan Urine Sapi Dengan Sistem Hidroponik Irigasi Tetes. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- [14] Prajnanta, F., 2004. Agribisnis Cabai Hibrida. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [15] Purwono, dan H. Purnamawati, 2007. Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [16] Salikin, K.A., 2003. Sistem. Pertanian Berkelanjutan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Pengembangan Anggrek Vanda Hibrida (*Vanda limbata* Blume X *Vanda tricolor* Lindl. var. *suavis*) Dengan Perlakuan Kolkisin Secara *In Vitro*

Mustika Tuwo¹, Ari Indrianto²

¹ Mahasiswi Program Pascasarjana, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

² Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon tanaman anggrek Vanda hibrida (*Vanda limbata* Blume X *Vanda tricolor* Lindl. var. *suavis*) pada fase pertumbuhan *in vitro* akibat perlakuan kolkisin, menetapkan konsentrasi kolkisin dan lama perendaman yang efektif dalam menginduksi poliploidisasi. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi kolkisin 0,01%; 0,05%; 0,1%; 0,5%; 1% serta 0% dengan lama perendaman 6 jam; 12 jam; 18 jam; 24 jam; dan 4 hari secara aseptis menggunakan protokorm anggrek Vanda hibrida berumur 7 Minggu Setelah Penaburan (MSP). Setelah perendaman, tanaman anggrek ditanam kembali ke medium Vacint and Went (VW) ditambah air kelapa 150 ml/l. Setelah 4 bulan kemudian disubkultur ke medium VW ditambah air kelapa dan ekstrak pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa anggrek Vanda hibrida tidak toleran terhadap perlakuan kolkisin konsentrasi 0,1; 0,5 dan 1% dengan kematian protokorm lebih dari 50%. Konsentrasi 0,5% dengan lama perendaman 6 jam paling efektif dalam menginduksi tetraploidisasi pada anggrek Vanda hibrida (*Vanda limbata* Blume x *Vanda tricolor* Lindl. var. *suavis*). Karakter morfologi plantlet tetraploid memiliki rata-rata jumlah dan panjang akar; jumlah, panjang, dan lebar daun yang lebih rendah dibanding kontrol. Karakter anatomi tanaman tetraploid menunjukkan ukuran stomata yang lebih besar dan memiliki indeks stomata yang kecil dibanding kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif antara indeks stomata dan tingkat ploidi. Analisis sitologi dengan flow cytometry menunjukkan tanaman tetraploid ($2n=4x=76$), pengecatan DAPI memperlihatkan jumlah kromosom lebih banyak dibandingkan dengan kontrol ($2n=2x=38$).

Kata kunci: poliploidisasi, kolkisin, anggrek vanda, jumlah kromosom

Eksplorasi Bakteri Patogen Famili Vibrionaceae pada Teripang (*Holothuria scabra*) dan Lobster (*Panulirus homarus*)

Dien Arista Anggorowati dan Hendra Munandar

UPT. Loka Pengembangan Bio Industri Laut Mataram, Pusat Penelitian Oseanografi,
LIPI

Jl. Raya Senggigi, Teluk Kodek, Malaka, Pemenang, Lombok Utara, NTB
email: dien003@lipi.go.id

Abstrak

Kegiatan budidaya yang intensif telah memberikan dampak terhadap kerusakan lingkungan dan resistensi antibiotik pada biota laut. Untuk menerapkan sistem dan teknologi budidaya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan maka perlu dilakukan penanggulangan penyakit secara biologis melalui pemanfaatan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi awal tentang jenis bakteri patogen yang banyak ditemukan di bak pemeliharaan teripang dan lobster. Analisa data dilakukan secara deskripsi eksploratif dari hasil identifikasi bakteri. Bakteri patogen yang ditemukan lebih banyak di bulan Januari adalah *Vibrio alginolyticus* dan *Vibrio cholera*, sedangkan *Vibrio anguillarum* banyak ditemukan di bulan Februari dan Maret. *Vibrio carchariae* dan *Vibrio metschnikovii* di bulan Februari dan Maret. Di bulan april bakteri yang banyak diperoleh yaitu *Vibrio fluvialis*.

Kata Kunci: bakteri patogen, penyakit, eksplorasi, budidaya.

1. LATAR BELAKANG

Meningkatnya kegiatan penangkapan biota laut dari alam telah menyebabkan kerusakan habitat alami dan menurunnya jumlah populasi. Hal ini kemudian dilakukannya budidaya untuk mengurangi dampak negatif dari penangkapan di alam dan meningkatkan hasil perikanan. Seiring berjalannya waktu, meskipun budidaya biota laut memberikan keuntungan secara global tetapi juga memberikan dampak terhadap kerusakan lingkungan akibat pembuangan limbah budidaya dan residu dari penggunaan antibiotik.

Dampak buruk dari kegiatan budidaya mendorong perubahan manajemen dan teknik budidaya menjadi budidaya yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (*zero waste and sustainable aquaculture*). Salah satunya melalui manajemen hama penyakit yang terpadu dengan penggunaan vaksin atau bakteri guna menekan pertumbuhan bakteri patogen dan mengobati biota yang terinfeksi.

Bakteri dari famili Vibrionaceae merupakan mikroflora alami di perairan yang banyak ditemukan di sedimen, biota laut dan variasi lingkungan lainnya, dimana secara normal berfungsi sebagai pengurai (*decomposer*). Pada kondisi yang abnormal akibat perubahan lingkungan dan kegiatan budidaya dapat menyebabkan bakteri berubah menjadi patogen oportunistik. Sifat patogen yang dimiliki bakteri dari famili Vibrionaceae dapat mengakibatkan kematian pada biota yang dibudidayakan dan kerugian secara ekonomi. Telah banyak penelitian

tentang bakteri tersebut yang mengakibatkan kerugian dan kematian massal biota budidaya antara lain *Vibrio alginolyticus* dan *Vibrio splendidus* telah menyebabkan kematian massal kerang (*Ruditapes decussatus*) yang dibudidayakan di Spanyol (7), *Vibrio* sp. dan *Bacteroides* sp. penyebab penyakit borok kulit (*ulceration skin*) pada teripang pasir (*Holothuria scabra*). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi awal tentang jenis bakteri patogen yang banyak ditemukan di bak pemeliharaan teripang dan lobster untuk selanjutnya akan dicari bakteri antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri pathogen tersebut

2. METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam pengamatan ini adalah teripang pasir yang sakit serta air laut yang berasal dari bak pemeliharaan teripang pasir (*Holothuria scabra*) dan lobster pasir (*Panulirus homarus*) di UPT Loka Pengembangan Bio Industri Laut Mataram, LIPI. Pengambilan sampel dilakukan mulai bulan Januari sampai dengan bulan April 2015. Sampel air laut diambil menggunakan botol sampel steril volume 300 ml sebanyak 1 ml. Sedangkan sampel teripang pasir sakit yang diperoleh kemudian dihancurkan dengan menggunakan mortar steril sampai lumat. Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml air laut steril, kemudian dihomogenkan dan dilakukan pengeceran 10^{-1} sampai 10^{-5} .

Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri patogen dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 100 μ l dari setiap pengenceran 10^{-1} , 10^{-3} dan 10^{-5} . Sampel ditetaskan diatas cawan petri yang berisi media selektif *Thiosulphate Citrate Bile Salt sucrose Agar* (TCBS; HiMedia) yang telah padat dengan metode *spread plate*. Sampel diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Bakteri yang tumbuh kemudian diamati bentuk, diameter dan warna koloninya.

Identifikasi Bakteri dan Analisa Data

Bakteri yang tumbuh kemudian dimurnikan pada media TCBS agar yang baru, selanjutnya dilakukan uji biokimia untuk mengidentifikasi jenis bakteri tersebut dengan menggunakan media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA; Pronadisa), pewarnaan gram, media *Lysine Decarboxylation Base* (LDB; pronadisa), media *Methyl Red – Voges Proskauer* (MR-VP; Pronadisa), Media Trypton 1%, NaCl 3%, dan *Kovac's reagent*. Bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C dengan menggunakan inkubator MEMMERT. Identifikasi bakteri dilakukan dengan merujuk pada (8) dan analisa data dilakukan secara deskripsi eksploratif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri

Isolat bakteri yang diperoleh selama pengamatan disajikan pada tabel berikut dibawah ini. Setiap isolat bakteri diamati ciri morfologinya untuk membedakan masing-masing koloni.

Tabel 1. Ciri morfologi isolat bakteri dari bak pemeliharaan lobster dan teripang bulan Januari

Kode Isolat	Warna	Bentuk	Tepian	Rataan	Permukaan
Lobster					
L1/Jan	Kuning	Circular	Entire	Umbonate	Kasar
L2/Jan	Hijau	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
L3/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
L4/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Kasar
L5/Jan	Hijau	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
L6/Jan	Hijau	Circular	Lobate	Convex	Berkerut
L7/Jan	Kuning	Circular	Entire	Umbonate	Kasar
L8/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
L9/Jan	Kuning	Circular	Entire	Flat	Halus Mengkilap
L10/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
L11/Jan	Kuning	Circular	Entire	Umbonate	Kasar
L12/Jan	Kuning	Circular	Entire	Flat	Kasar
L13/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
L14/Jan	Hijau	Circular	Entire	Flat	Halus Mengkilap
L15/Jan	Hijau	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
L16/Jan	Kuning	Circular	Entire	Umbonate	Kasar
L17/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
Teripang					
T1/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
T2/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
T3/Jan	Kuning	Circular	Entire	Flat	Halus Mengkilap
T4/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
T5/Jan	Kuning	Circular	Entire	Flat	Halus Mengkilap
T6/Jan	Kuning	Circular	Entire	Convex	Halus Mengkilap
T7/Jan	Kuning	Circular	Serrate	Flat	Halus Mengkilap

Tabel 2. Ciri morfologi isolat bakteri dari bak pemeliharaan lobster dan teripang bulan Februari

Kode Isolat	Warna	Bentuk	Tepian	Rataan	Permukaan
Teripang					
T1/Feb	Kuning	circular	Entire	Convex	Halus mengkilap
T2/Feb	Kuning	circular	Entire	Convex	Kasar
T3/Feb	Kuning	circular	Entire	Convex	Halus mengkilap
T4/Feb	Kuning	irregular	Lobate	Raised	Halus mengkilap
T5/Feb	Kuning	circular	Entire	Convex	Halus mengkilap
T6/Feb	Kuning	circular	Entire	Convex	Halus mengkilap
T7/Feb	Hijau	circular	Entire	Convex	Halus mengkilap
T8/Feb	Kuning	circular	Entire	Flat	Kasar
T9/Feb	Hijau	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
T10/Feb	Kuning	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
T11/Feb	Kuning	Filamentous	Lobate	Flat	Halus mengkilap
T12/Feb	Kuning	Spindle	Entire	Flat	Kasar
T13/Feb	Kuning	circular	Entire	Flat	Halus mengkilap
T14/Feb	Kuning	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
T15/Feb	Hijau	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
T16/Feb	Hijau	irregular	Undulate	Raised	Halus mengkilap

T17/Feb	Kuning	circular	undulate	Raised	Kasar
Lobster					
L1/Feb	Kuning	circular	Entire	convex	Kasar
L2/Feb	Kuning	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
L3/Feb	Kuning	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
L4/Feb	Kuning	circular	Lobate	Flat	Berkerut
L5/Feb	Kuning	circular	Entire	convex	Halus mengkilap

Tabel 3. Ciri morfologi isolat bakteri dari bak pemeliharaan lobster dan teripang bulan Maret

Kode Isolat	Warna	Bentuk	Tepian	Rataan	Permukaan
Teripang					
T1/Mar	Kuning	Circular	Entire	Umbonate	Halus mengkilap
T2/Mar	Hijau	Circular	Entire	Convex	Halus mengkilap
T3/Mar	Kuning	Circular	Lobate	Raised	Halus mengkilap
T4/Mar	Kuning	Circular	Lobate	Flat	Kasar
T5/Mar	Hijau	Circular	Lobate	Flat	Kasar
Lobster					
L1/Mar	Hijau	Irregular	Lobate	Umbonate	Halus mengkilap
L2/Mar	Hijau	Irregular	Undulate	Umbonate	Halus mengkilap
L3/Mar	Kuning	Irregular	Lobate	Flat	Berkerut
L4/Mar	Kuning	Circular	Entire	Umbonate	Halus mengkilap
L5/Mar	Kuning	Circular	Lobate	Raised	Halus mengkilap

Tabel 4. Ciri morfologi isolat bakteri dari bak pemeliharaan lobster dan teripang bulan April

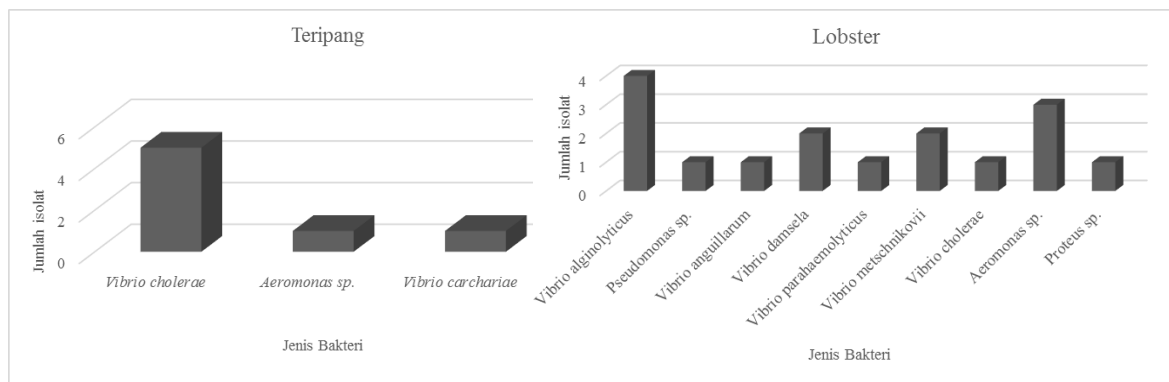
Kode Isolat	Warna	Bentuk	Tepian	Rataan	Permukaan
Teripang					
T1/Apr	Kuning	circular	Entire	Umbonate	Halus mengkilap
T2/Apr	Hijau	irregular	Entire	convex	Halus mengkilap
T3/Apr	Hijau	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
Lobster					
L1/Apr	Kuning	circular	Entire	Raised	Halus mengkilap
L2/Apr	Kuning	circular	Entire	Raised	Halus mengkilap
L3/Apr	Kuning	circular	Entire	Raised	Halus mengkilap
L4/Apr	Hijau	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
L5/Apr	Kuning	circular	Entire	Umbonate	Halus mengkilap
L6/Apr	Hijau	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
L7/Apr	Kuning	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
L8/Apr	Hijau	circular	Entire	convex	Halus mengkilap
L9/Apr	Kuning	circular	Lobate	Flat	Halus mengkilap
L10/Apr	Kuning	circular	Entire	Raised	Halus mengkilap
L11/Apr	Kuning	circular	Entire	convex	Halus mengkilap

Isolat bakteri yang diambil dari bak pemeliharaan lobster dan teripang pada bulan Januari hingga April didominasi oleh koloni bakteri yang berwarna kuning pada media TCBS agar. Warna kuning tersebut menunjukkan bahwa bakteri mampu menggunakan sukrosa dengan proses fermentasi yang terdapat dalam medium sebagai sumber karbon dan energi. Fermentasi sukrosa menghasilkan asam yang mengubah warna bromothymol biru menjadi warna kuning, hijau atau biru sehingga memungkinkan bakteri dapat dibedakan. Menurut (12) umumnya jenis bakteri yang memiliki koloni berwarna kuning pada media TCBS antara lain *Vibrio cholerae*, *V. metschnikovii*, *V. cincinnatiensis*, *V. fluvialis*, *V. furnisli*, *V. alginolyticus* dan *V. carchariae*. Sedangkan bakteri yang

memiliki warna hijau atau hijau kebiruan pada media TCBS termasuk *Vibrio mimicus*, *V. hollisae*, *V. damsela*, *V. parahaemolyticus* dan *V. vulnificus*.

Identifikasi Bakteri

Hasil identifikasi bakteri yang diperoleh menunjukkan bahwa jenis bakteri yang paling banyak ditemukan pada bak pemeliharaan lobster di bulan Januari yaitu *Vibrio alginolyticus* yang kedua jenis *Aeromonas* sp., sedangkan yang paling banyak ditemukan pada bak pemeliharaan teripang di bulan Januari adalah *Vibrio cholerae* (Gambar 1). Bakteri *Vibrio alginolyticus* dan *Aeromonas* sp. merupakan bakteri yang sangat patogen terhadap biota laut, terutama biota yang dibudidayakan jika penanganannya kurang tepat. *Vibrio alginolyticus* dapat menyebabkan kematian hingga 100% dalam waktu 24 jam pada abalon tropis (*Haliotis asinina*) dengan kepadatan 10^7 (1,7), penyakit borok atau luka (*ulcerative diseases*) pada teripang pasir (*Holothuria atra*) (3,9,14), kerusakan jaringan organ pencernaan dan penyakit vibriosis pada ikan (4).

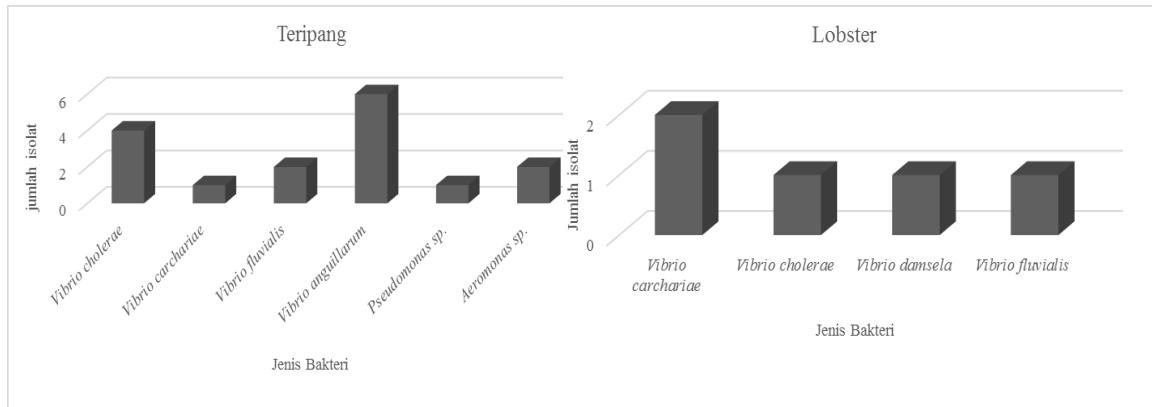


Gambar 1. Grafik variasi jenis bakteri pada bak pemeliharaan teripang dan lobster bulan Januari

Keberadaan *Vibrio cholerae* yang melimpah di lingkungan perairan dapat digunakan sebagai salah satu indikator kualitas air dan pencemaran selain bakteri coliform dan *Streptococcus faecalis* (6). Kondisi tersebut perlu mendapatkan perhatian melalui perbaikan sistem penyaringan air dan penanganan limbah dari hasil kegiatan budidaya. Bakteri *Vibrio cholerae* memiliki tingkat patogenisitas yang tinggi dan menyebabkan penyakit bukan hanya pada biota laut yang dibudidayakan tetapi juga pada manusia yang mengkonsumsinya akibat toksin kolera yang dihasilkan dari strain bakteri tersebut (2). Bakteri ini juga dapat menyebabkan kematian pada lobster (4). Pada manusia, *Vibrio cholerae* dapat menyebabkan penyakit gastroenteris, diare dan septicaemia jika mengkonsumsi kerang-kerangan (*seafood*) yang terinfeksi bakteri *V. cholerae* dalam kondisi masih mentah atau setengah matang.

Vibrio anguillarum atau *Listonella anguillarum* adalah jenis bakteri yang ditemukan melimpah di bak pemeliharaan teripang pada bulan Februari dan Maret (Gambar 2 dan 3). Bakteri ini pertama kali dideskripsikan oleh Bergman dari penyakit belut (*Anguilla anguilla*) di perairan Swedia tahun 1909 (5) merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis, *septicaemia*, *ulcerative disease*, *necrosis* pada ikan, moluska, udang, kepiting dan lobster. Pada

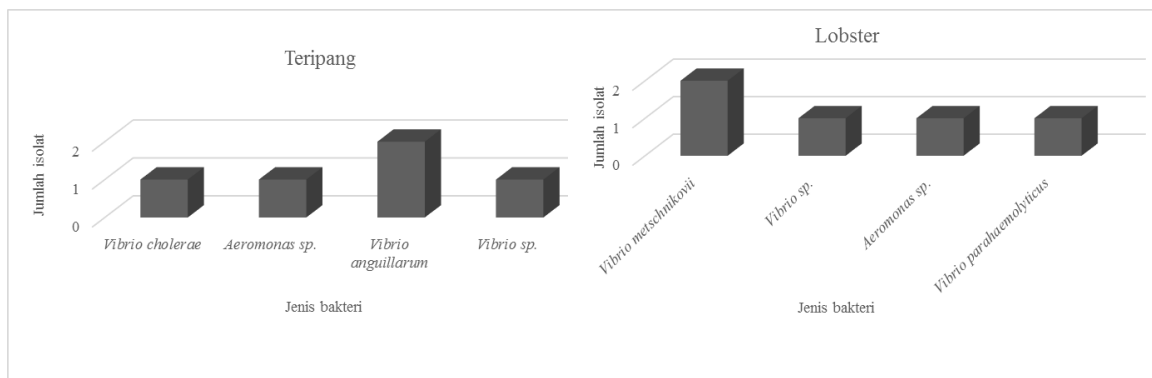
industri budidaya ikan salmon, *V. anguillarum* memiliki pengaruh secara ekonomi akibat infeksi yang banyak ditemukan terjadi pada ikan salmon ketika dipindahkan dari air tawar ke air laut (4). Banyaknya penyakit yang timbul hingga terjadi kerugian secara ekonomi akibat infeksi dari bakteri *V. anguillarum* menyebabkan bakteri ini memerlukan perhatian yang lebih tinggi (5).



Gambar 2. Grafik variasi jenis bakteri pada bak pemeliharaan teripang dan lobster bulan Februari

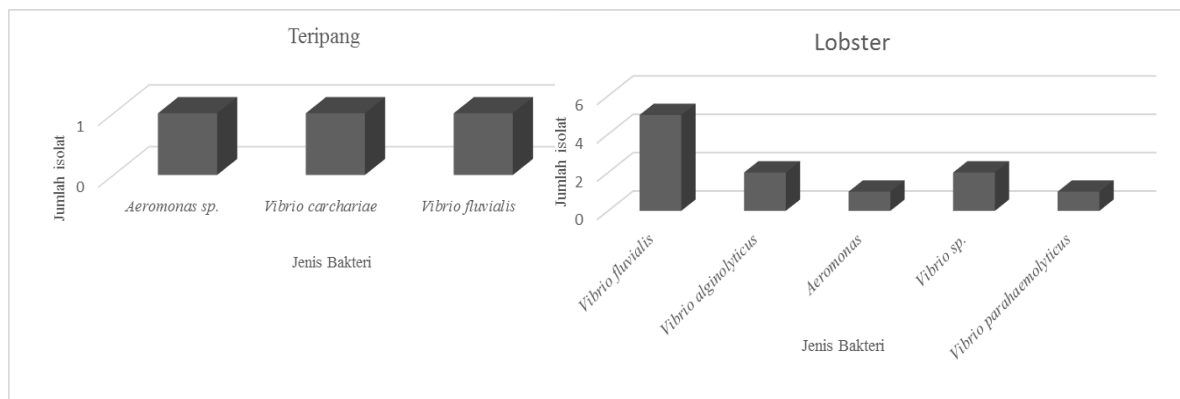
Bakteri *Vibrio carchariae* atau *Vibrio harveyi* yang diperoleh dari bak pemeliharaan lobster pada bulan Februari (Gambar 2) merupakan bakteri patogen oportunistik yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis dan *necrosis* pada abalon serta ikan hiu (4). Infeksi bakteri ini pada abalon (*Haliotis tuberculata*) terjadi di Perancis ketika musim panas dan mengakibatkan kematian hingga 50% ketika suhu diatas 20°C (11).

Pada bulan Maret, ditemukan bakteri *Vibrio metschnikovii* dari bak pemeliharaan lobster (Gambar 3). Menurut (4) bakteri *V. metschnikovii* merupakan bakteri yang tidak menyebabkan patogen pada ikan tetapi banyak ditemukan di perairan laut, air tawar khususnya sungai, muara dan air limbah. Keberadaan bakteri *V. metschnikovii* juga pernah ditemukan dari kerang-kerangan, lobster dan manusia yang terinfeksi bakteri ini, hasil penelitian menunjukkan bahwa kematian terjadi pada larva kerang *Tridacna gigas* setelah terinfeksi bakteri *V. metschnikovii* hingga kepadatan 10⁷/mL (13).



Gambar 3. Variasi jenis bakteri dalam bak pemeliharaan teripang dan lobster bulan Maret

Vibrio fluvialis yang diisolasi dari bak pemeliharaan lobster merupakan jenis bakteri yang paling banyak diidentifikasi pada bulan April (Gambar 4). Bakteri lain yang juga ditemukan di lokasi tersebut adalah *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio* sp., *Aeromonas* sp. dan *Vibrio parahaemolyticus*. Bakteri ini banyak dikaitkan sebagai penyebab penyakit lemah atau lesu pada lobster sehingga agresifitasnya menurun (2). *Vibrio fluvialis* juga mengakibatkan penyakit borok pada abalon (*Haliotis discus hannai*) di China (10). Menurut (4), bakteri ini dapat menyebabkan kematian dan diare akut pada manusia. Ditemukan di perairan, khususnya perairan payau yang diisolasi dari moluska maupun krustasea.



Gambar 4. Variasi jenis bakteri dalam bak pemeliharaan teripang dan lobster bulan April

Pada bak pemeliharaan teripang, bakteri yang ditemukan dalam jumlah yang sama dari jenis *Vibrio carchariae*, *Vibrio fluvialis* dan *Aeromonas* sp. (Gambar 4). Tidak adanya jumlah yang dominan dari jenis bakteri tersebut menjadi salah satu petunjuk bahwa kondisi kualitas air di bak pemeliharaan tersebut cukup baik (3).

4. KESIMPULAN

Variasi jenis bakteri yang teridentifikasi dari bak pemeliharaan teripang maupun lobster menunjukkan pola yang hampir sama. Selama dua bulan berturut-turut Februari dan Maret ditemukan bakteri dari jenis *Vibrio anguillarum* di bak pemeliharaan teripang. Sedangkan pada bak pemeliharaan lobster ditemukan bakteri *Vibrio metschnikovii* yang merupakan jenis bakteri patogen yang khas ditemukan pada biota lobster. Bakteri patogen lainnya yang banyak ditemukan antara lain *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio carchariae* dan *Vibrio fluvialis*.

Perlu dilakukan kegiatan lanjutan untuk memperoleh jenis bakteri yang bersifat antagonis terhadap bakteri patogen yang ditemukan di bak pemeliharaan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Asep Ridwanudin, M.Sc atas saran dan masukan dalam perbaikan tulisan ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan dari semua rekan teknis maupun peneliti di UPT. Loka Pengembangan Bio Industri Laut Mataram, sehingga tulisan ini dapat terselesaikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggorowati D A, dan Ridwanudin A (2010) Uji patogenisitas bakteri *V. alginolyticus* pada anakan abalon (*Haliotis asinina* Lin. 1758). Prosiding Seminar Nasional Perikanan, 2-3 Desember 2010. Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta.
- [2] Austin B (2010) Vibrios as cause agents of zoonoses. *Journal of Veterinary Microbiology* 140: 310-317.
- [3] Becker P., Gillan D., Lanterbecq D., Jangoux M., Rasolofonirina R., Rakotovao J., and Eeckhaut I (2003) The skin ulceration disease in cultivated juveniles of *Holothuria scabra* (Holothuroidea, Echinodermata). *Aquaculture* 242: 13-20.
- [4] Buller N B (2004) Bacteria from fish and other aquatic animals: a practical identification manual. AMA DataSet : UK.
- [5] Egidius E (1987) Vibriosis: pathogenicity and pathology. A review. *Aquaculture* 67: 15-28.
- [6] Feliatra (2002) Sebaran Bakteri (*Escherichia coli*) di Perairan Muara Sungai Bantan Tengah Bengkalis Riau, Laboratorium Mikrobiologi Laut, Faperika. Universitas Riau.
- [7] Gomez-Leon J., Villamil L., Lemos M L., Novoa B., and Figueras A (2005) Isolation of *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio splendidus* from aquacultured carpet shell clam (*Ruditapes decussatus*) larvae associated with mass mortalities. *Applied and Environmental Microbiology* 1: 98-104.
- [8] Holt J G., Krieg N R., Sneath P H A., Staley J T., and William S T [eds]. (1994) *Bergey's manual of determinative bacteriology* 9th edition. The William and Walkins Co:USA.
- [9] Koesharyani I., Girsang M A., dan Taufik I (1996) Isolasi dan identifikasi bakteri penyebab vibriosis pada teripang pasir, *Holothuria scabra* dan upaya penanggulangannya dengan antibiotik. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* II (2): 22-29.
- [10] Li T W., Ding M J., Zhang J., Xiang J H., and Liu R Y (1998) Studies on the pustule disease of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) on the Dalian coast. *Journal of Shellfish Research* 17: 707-711.
- [11] Nicolas J L., Basuyaux O., Mazurie J., and Thebault A (2002) *Vibro carchariae*, a pathogen of the abalone *Haliotis tuberculata*. *Disease of Aquatic Organisms* 50: 35-43.

- [12]Surya A S (2014) Diagnosis mikrobiologi: teknik identifikasi bakteri secara biokimiawi. Kementrian Kelautan dan Perikanan: Jakarta.
- [13]Sutton D C and Garrick R (1993) Bacterial disease of cultured giant clam *Tridacna gigas* larvae. Diseases of Aquatic Organisms 16: 47-53.
- [14]Yasoda H N., Chi Z., and Ling Z K (2006) Probiotics and sea cucumber farming. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 24: 45-48.
- [15]Zhang X., Nakahara T., Miyazaki M., Nogi Y., Taniyama S., Arakawa O., Inoue T., and Kudo T (2012) Diversity and function of aerobic culturable bacteria in the intestine of the sea cucumber *Holothuria leucospilota*. Journal Genetic Applied Microbiology 58: 447-456.
- [16]Zhou Q., Li K., Jun X., and Bo L (2008) Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. Bioresource Technology 100: 3780-3786.

Potensi Bakteri Eksogenous Pendegradasi Polisakarida Dari Tambak Pemeliharaan Teripang Pasir (*Holothuria Scabra*)

Dien Arista Anggorowati dan Hendra Munandar

UPT. Loka Pengembangan Bio Industri Laut Mataram, Pusat Penelitian Oseanografi,
LIPI

Jl. Raya Senggigi, Teluk Kodek, Malaka, Pemenang, Lombok Utara, NTB
email: dien003@lipi.go.id

Abstrak

Budidaya teripang pasir (*Holothuria scabra*) yang dilakukan di laboratorium masih terkendala dengan pertumbuhan juvenil yang lambat sehingga memicu lamanya waktu yang diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangannya. Sebagai decomposer (pemakan detritus), teripang memiliki bakteri indigenous dan eksogenous dalam saluran pencernaannya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kandidat bakteri eksogenous pendegradasi polisakarida sebagai probiotik dari tambak yang berguna untuk meningkatkan mikroflora di saluran pencernaan teripang dalam proses penyerapan makanan. Analisa data menggunakan metode deskripsi eksploratif dari jenis bakteri yang diperoleh melalui uji identifikasi biokimia. Bakteri yang ditemukan dapat menghidrolisis amilum dengan zona inhibisi tertinggi sebesar 2,28 mm yaitu *Pseudomonas nautica* sedangkan *Planococcus halophilus* memiliki kemampuan mendegradasi selulosa dengan zona inhibisi tertinggi sebesar 2,9 mm.

Kata kunci : bakteri, pendegradasi, probiotik, polisakarida.

1. LATAR BELAKANG

Teripang pasir (*Holothuria scabra*) adalah biota laut dari kelompok hewan berkulit duri (Echinodermata) dan termasuk dalam kelas Holothuroidea. Di alam, teripang hidup di dasar perairan yang merupakan biota pemakan detritus (*organic matter*) dengan mencerna sedimen dan menyaring air laut untuk membantu proses dekomposisi material organik dalam ekosistem bentik (8). Teripang juga dipercayai berperan dalam siklus nutrisi dan tingkat kesuburan sedimen pada habitat perairan dangkal (5). Sedangkan (8),(15) menyatakan bahwa makanan utama teripang adalah material organik, mikroalga dan bakteri. Studi terhadap flora bakteri yang berasosiasi dengan teripang *Holothuria atra* telah dilakukan oleh (13) dimana konsentrasi bakteri di dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan di dalam saluran pencernaan teripang. Sedangkan hasil penelitian (1),(13) mengungkapkan bahwa komposisi bakteri di pencernaan hampir mirip dengan komposisi di dalam sedimen yang kaya akan material organik dimana keberadaan bakteri di dalam sedimen berfungsi sebagai pendegradasi material organik.

Polisakarida adalah senyawa karbohidrat kompleks ikatannya tersusun atas karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang bila dihidrolisis akan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana. Proses degradasi selulosa dan pati dapat dilakukan secara enzimatis dengan bantuan enzim selulase dan amilase yang dihasilkan oleh mikroorganisme. (12).

Penambahan bakteri probiotik digunakan sebagai cara yang ramah lingkungan untuk mengontrol penyakit, meningkatkan imunitas secara spesifik maupun non spesifik, menstimulasi pertumbuhan, mencerna dan mensintesis vitamin ataupun meningkatkan kualitas perairan di industri budidaya (14). Pemanfaatan bakteri probiotik dalam budidaya telah banyak diaplikasikan (3),(16),(8). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kandidat bakteri eksogenous pendegradasi polisakarida sebagai probiotik dari tambak yang berguna untuk meningkatkan mikroflora di saluran pencernaan teripang dalam proses penyerapan makanan.

2. METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel

Sampel diambil dari tambak lokasi pemeliharaan teripang pasir, rumput laut dan bandeng di Sekotong, Lombok Barat, NTB pada bulan Agustus 2015. Sampel air laut dan sedimen dari tambak diambil secara aseptik dengan menggunakan botol sampel steril volume 300 mL, sebanyak 1 mL ditambahkan kedalam 9 mL air laut steril, sedangkan sedimen diambil sebanyak 1 gr disuspensikan kedalam 9 air laut steril dan dihomogenasi menggunakan vorteks. Sampel diencerkan secara bertingkat dari 10^{-1} hingga 10^{-5} .

Isolasi Bakteri Selulolitik dan Amilolitik

Masing-masing seri pengenceran diambil sebanyak 100 μ L dan diinokulasikan pada media *Cellulose Congo Red Agar* (CCRA) dengan beberapa modifikasi ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.05 g/100 mL; K_2HPO_4 0.5 g/100 mL; NaCl 0.23 g/100mL; *Yeast Extract* 0.245 g/100 mL; *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) 1 g/100 mL; Agar 1.5 g/100 mL; *congo red* 0.02 g/100 mL) dan Media *Starch Agar* (SA) (*Nutrient Agar* 2,8 g/100 mL, *Starch* 1 %) dengan menggunakan teknik sebar ulas (*spread plate method*). Koloni yang tumbuh dan membentuk zona bening di sekitar koloni, diambil dan dimurnikan dengan metode *quadrant streak* (11). Bakteri yang telah murni disimpan pada media *Nutrient Agar* (NA) untuk digunakan lebih lanjut.

Pengamatan Makroskopis Koloni Bakteri

Pengamatan koloni secara makroskopis dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat murni pada media NA dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C untuk menampilkan karakter morfologi dari masing-masing koloni bakteri berdasarkan bentuk, elevasi, tepi, permukaan, warna, dan karakteristik optik.

Pengamatan Mikroskopis Sel Bakteri

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan uji pewarnaan gram menggunakan larutan kristal violet, lugol, alkohol, safranin serta aquades yang bertujuan untuk melihat bentuk sel bakteri dan jenis bakteri gram positif atau negatif yang selanjutnya diamati dibawah mikroskop.

Uji Potensi Enzim Selulase dan Amilase Bakteri

Bakteri yang telah dimurnikan ditumbuhkan ulang pada media *Nutrient Agar Plate* (NAP) dengan metode gores dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Isolat bakteri potensial sebagai pendegradasi selulosa dan amilum dipindahkan pada media selektif CCRA dan media *Starch Agar* dengan cara dibuat titik menggunakan tusuk gigi steril sebanyak dua kali ulangan pada masing-masing media tersebut diupayakan sama. Inkubasi dilakukan selama 7 hari dalam suhu 30° C. Setelah itu dilakukan pengamatan ada tidaknya zona bening yang terbentuk pada masing-masing media.

Pengamatan Uji HC (*Hydrolysis Capacity*)

Kemampuan degradasi bakteri ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Pengujian zona bening pada media *Starch Agar* dilakukan dengan penambahan iodine 5 % diatas cawan petri yang berisi isolat bakteri. Selanjutnya diukur diameter zona bening yang terbentuk dan diameter koloni bakteri yang tumbuh. Sedangkan pengamatan zona bening pada media selektif CCRA tanpa diberikan penambah iodine. Sedangkan untuk bakteri amilolitik yang tumbuh pada *Media Starch Agar* diberi penambahan lugol diatas media. Nisbah zona bening terhadap koloni dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Nisbah zona bening terhadap koloni} = \frac{\text{Luas Zona Bening}}{\text{Luas Koloni}}$$

Pengamatan Fisiologis Bakteri

Pengamatan fisiologis sel bakteri dilakukan di Balai Karantina Ikan kelas II, Selaparang, Nusa Tenggara Barat setelah menumbuhkan masing-masing isolat bakteri pada berbagai media uji biokimia dengan menggunakan media TSIA, SIM, Methyl Red-Voges Pre, Arginin, LIA, O/F paraffin dan non paraffin, Gelatin, Urea Agar, Simmons Citrate Agar dan uji gula (Selobiosa, Glukosa, Maltosa dll). Hasil uji fisiologis selanjutnya dicocokkan dengan ciri-ciri karakteristik bakteri yang merujuk pada buku panduan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* edisi 9 (6).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri

Isolat bakteri yang tumbuh pada media CCRA dari sampel air laut dan sedimen tambak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Isolat bakteri yang tumbuh pada media *Cellulose Congo Red Agar* (CCRA)

No	Kode Isolat	Jumlah Koloni	Keterangan
1	AT10 ⁻¹ /CMC/3915	2	Tdk ada yg menghasilkan zona bening
2	AT10 ⁻³ /CMC/3915	4	1 koloni menghasilkan zona bening
3	AT10 ⁻⁵ /CMC/3915	0	Tidak tumbuh
4	ST10 ⁻¹ /CMC/3915	>300	Kepadatan isolat tinggi
5	ST10 ⁻² /CMC/3915	180	35 koloni menghasilkan zona bening
6	ST10 ⁻³ /CMC/3915	16	10 koloni menghasilkan zona bening
7	ST10 ⁻⁴ /CMC/3915	4	2 koloni menghasilkan zona bening
8	ST10 ⁻⁵ /CMC/3915	0	Tidak tumbuh

Pada media selektif CCRA, bakteri selulolitik yang tumbuh dari sampel sedimen lebih banyak dibandingkan dari sampel air begitu pula dengan jumlah bakteri yang menghasilkan zona bening (Tabel 2). Kepadatan bakteri tertinggi ditemukan pada sampel dari sedimen tambak hingga mencapai 7×10^4 cfu/mL. Hal ini juga ditemukan pada media selektif *Starch Agar* dengan kepadatan bakteri yang tumbuh dari sampel sedimen adalah 7×10^5 cfu/mL. Tingginya konsentrasi bakteri yang terdapat dalam sedimen tambak yang berupa lumpur menjadi indikasi bahwa kandungan nutrisi didalamnya cukup tinggi. Menurut (9) semakin halus tekstur substrat dasar maka kemampuan dalam menjebak bahan organik akan semakin besar. Ukuran partikel yang lebih halus mendorong tingginya populasi bakteri. Kelimpahan bakteri yang lebih tinggi mengakibatkan proses dekomposisi dapat berlangsung lebih cepat sehingga menghasilkan bahan organik yang lebih banyak (9),(2).

Tabel 2. Isolat bakteri yang tumbuh pada Media *Starch Agar*

No	Kode Isolat	Jumlah Koloni	Keterangan
1	ST10 ⁻¹ /MST/U1/3915	>300	
2	ST10 ⁻¹ /MST/U2/3915	>300	
3	ST10 ⁻³ /MST/U1/3915	53	8 koloni menghasilkan zona bening
4	ST10 ⁻³ /MST/U2/3915	25	2 koloni menghasilkan zona bening
5	ST10 ⁻⁵ /MST/U1/3915	7	2 koloni menghasilkan zona bening
6	ST10 ⁻⁵ /MST/U2/3915	0	Tidak tumbuh
7	AT10 ⁻¹ /MST/U1/3915	8	1 koloni menghasilkan zona bening
8	AT10 ⁻¹ /MST/U2/3915	7	3 koloni menghasilkan zona bening
9	AT10 ⁻³ /MST/U1/3915	0	Tidak tumbuh
10	AT10 ⁻³ /MST/U2/3915	0	Tidak tumbuh
11	AT10 ⁻⁵ /MST/U1/3915	0	Tidak tumbuh
12	AT10 ⁻⁵ /MST/U2/3915	1	1 koloni menghasilkan zona bening

Secara keseluruhan jumlah, variasi jenis bakteri, kepadatan dan bakteri yang menghasilkan zona bening lebih banyak ditemukan dari sampel sedimen yang berupa lumpur. Dari seluruh media yang ditumbuhi oleh bakteri, diperoleh 14 jenis bakteri yang berbeda dan mampu menghasilkan zona bening pada media selektif tersebut (Tabel 3). Dari masing-masing koloni bakteri yang tumbuh di media berbeda dan dapat menghasilkan zona bening ditumbuhkan pada media *Nutrient Agar* untuk dilakukan pemurnian hingga tumbuh koloni tunggal yang akan digunakan sebagai stok untuk pengujian selanjutnya.

Karakteristik Makroskopik dan Mikroskopik Isolat Bakteri

Pengamatan morfologi dilakukan pada koloni bakteri untuk membedakan bentuk, tepi, elevasi, permukaan, warna, dan karakteristik optik disajikan sebagai berikut (Tabel 4).

Tabel 3. Ciri morfologi bakteri yang dipilih dan dimurnikan

No	Kode Isolat	Bentuk	Elevasi	Margin	Warna	Permukaan	Karakteristik optik
1	ST10 ⁻³ /CMC/K7	Irregular	Umbonate	Undulate	Merah bata dan pink di bagian atas	kasar	opaque
2	ST10 ⁻³ /CMC/K8	Irregular	Raised	Serrate	Merah bata	Halus mengkilap	Opaque
3	ST10 ⁻³ /CMC/K4	Irregular	Flat	Lobate	Merah bata	Halus mengkilap	Opaque
4	ST10 ⁻³ /CMC/K3	Irregular	Flat	Filamentous	Merah bata dan pink di bagian tepi	Berkerut	Opaque
5	ST10 ⁻³ /CMC/K5	Irregular	Flat	Lobate	Merah bata dan pink pucat di bagian tepi	Berkerut	Opaque
6	ST10 ⁻⁴ /CMC/K1	Filamentous	Flat	Filamentous	Pink/Merah muda pucat	Berkerut	Opaque
7	ST10 ⁻⁵ /MST/K6	Circular	Umbonate	Entire	Putih susu	Halus mengkilap	Opaque
8	ST10 ⁻⁵ /MST/K8a	Irregular	Umbonate	Lobate	Krem	Halus mengkilap	Translucent
9	ST10 ⁻⁵ /MST/K8b	Irregular	Flat	Lobate	Putih Susu	Berkerut	Opaque
10	AT10 ⁻¹ /MST/K4	Circular	Flat	Lobate	Putih susu	Tepian halus dan kasar ditengah	Opaque
11	AT10 ⁻⁵ /MST/K1	Irregular	Raised	Lobate	Putih susu di tepi, kuning krem di tengah	Kasar di tepi, halus mengkilap ditengah	Opaque
12	ST10 ⁻⁵ /MST/K7	Irregular	Umbonate	Undulate	Kuning krem	Kasar	Opaque
13	AT10 ⁻¹ /MST/K3	Circular	Raised	Entire	Putih susu	Kasar	Opaque
14	AT10 ⁻¹ /MST/K2	Irregular	Flat	Lobate	Krem	Halus mengkilap	Translucent

Pengamatan mikroskopik dengan pewarnaan gram bertujuan untuk melihat bentuk sel bakteri dan kelompok gram bakteri. Hasil dari pengamatan tersebut disajikan pada Tabel 4. Sebagian besar bentuk sel isolat bakteri yang tumbuh pada kedua media selektif yaitu bentuk basil. Hal ini sesuai menurut (8) melalui identifikasi secara molekuler menemukan bahwa sebagian besar genus bakteri yang hidup pada sedimen berasal dari *Bacillus* dan *Vibrio*.

Tabel 4. Hasil pengamatan mikroskopik bakteri melalui uji pewarnaan gram

No	Kode Isolat	Bentuk	Gram
1	ST10 ⁻³ /CMC/K7	kokus	Positif
2	ST10 ⁻³ /CMC/K8	basil	Positif
3	ST10 ⁻³ /CMC/K4	basil	positif
4	ST10 ⁻³ /CMC/K3	basil	positif
5	ST10 ⁻³ /CMC/K5	basil	positif
6	ST10 ⁻⁴ /CMC/K1	basil	positif
7	ST10 ⁻⁵ /MST/K6	basil	positif
8	ST10 ⁻⁵ /MST/K8a	koma	negatif
9	ST10 ⁻⁵ /MST/K8b	Basil	Positif
10	AT10 ⁻¹ /MST/K4	kokobasil	positif
11	AT10 ⁻⁵ /MST/K1	basil	Positif

12	ST10 ⁻⁵ /MST/K7	koma	negatif
13	AT10 ⁻¹ /MST/K3	basil	positif
14	AT10 ⁻¹ /MST/K2	basil	Positif

Pengamatan Uji HC (*Hydrolysis Capacity*)

Pada hasil pengamatan zona bening (tabel 5) diperoleh bakteri dengan kode isolat ST10⁻³/CMC/K7 yang tumbuh di media *Cellulose Congo Red Agar* memiliki zona bening tertinggi yaitu 2.9, kemudian kode isolat ST10⁻⁵/MST/K8a yang tumbuh pada media *Starch Agar* memiliki zona bening tertinggi (2.28).

Tabel 5. Hasil pengamatan uji zona bening (*Clear Zone*)

No	Kode Isolat	Diameter Clear Zone (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio Clear Zone
1	ST10⁻³/CMC/K7	30	10	2.9
2	ST10 ⁻³ /CMC/K8	29	14	2
3	ST10 ⁻³ /CMC/K4	16	7	2.28
4	ST10 ⁻³ /CMC/K3	32	16	2
5	ST10 ⁻³ /CMC/K5	28	14	2
6	ST10 ⁻⁴ /CMC/K1	33	17	1.94
7	ST10 ⁻⁵ /MST/K6	16	11	1.45
8	ST10⁻⁵/MST/K8a	16	7	2.28
9	ST10 ⁻⁵ /MST/K8b	15	13	1.15
10	AT10 ⁻¹ /MST/K4	27	20	1.35
11	AT10 ⁻⁵ /MST/K1	34	21	1.62
12	ST10 ⁻⁵ /MST/K7	12	8	1.5
13	AT10 ⁻¹ /MST/K3	18	14	1.29
14	AT10 ⁻¹ /MST/K2	11	6	1.83

Rasio zona bening menunjukkan kemampuan bakteri dalam mendegradasi amilum atau selulosa yang terkandung dalam media pertumbuhan selektif. Semakin besar rasio zona bening maka menunjukkan bahwa semakin tinggi pula kemampuan bakteri dalam mendegradasi senyawa tersebut. Menurut (4) Zona bening (*clear zone*) merupakan indikasi awal untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mendekomposisi selulosa atau pati. Semakin luas zona bening yang terbentuk, secara kualitatif potensi bakteri selulolitik akan semakin besar.

Identifikasi Bakteri Pendegradasi Polisakarida

Bakteri yang memiliki rasio zona bening tertinggi untuk masing – masing isolat diidentifikasi meliputi pengamatan biokimia yang terdiri dari uji katalase, oksidase dan pemanfaatan glukosa yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji fisiologis bakteri pendegradasi polisakarida

No	Media Uji	ST10 ⁻⁵ /MST/K _{8a}	ST10 ⁻³ /CMC/K ₇
1	Bentuk bakteri	Koma	Kokus
2	Uji gram (KOH 3%)	Negatif	Positif
3	Oksidase	+	+
4	Katalase	+	-
5	TSIA Butt: Slant: Gas: H ₂ S:	Alkali Alkali - -	Acid Alkali - -
6	O/F	+	-

	Paraffin:	+	-
	Non paraffin:	+	-
7	Hidrolisis gelatin	+	+
8	Hidrolisis pati	+	-
9	Hidrolisis selulosa	+	+
10	MR	-	+
11	VP	+	+
12	Urea	-	-
13	Citrat	+	+
14	Uji pertumbuhan NaCl 3%	+	+
15	Uji Gula:		
	Arabinose	-	-
	D-Cellobiose	-	-
	Glucose	+	-
	Lactose	+	-
	Manitol	+	-
	Sorbitol	-	-
	Sucrose	-	-
	Trehalose	-	-
	Xylose	-	-
Spesies		<i>Pseudomonas nautica</i>	<i>Planococcus halophilus</i>
Probabilitas (%)		90%	88%

Hasil identifikasi dari dua isolat bakteri adalah *Pseudomonas nautica* dan *Planococcus halophilus*. Dengan tingkat probabilitas untuk isolat *Pseudomonas nautica* 90% dan *Planococcus halophilus* 88% (tabel 6). Menurut (13) menyatakan bahwa bakteri tersebut memiliki kemampuan sebagai bioremediasi karena kemampuannya dalam memecah ikatan hidrokarbon dari limbah minyak bumi. Bakteri *Planococcus halophilus* memiliki kemampuan untuk bertahan hidup dengan konsentrasi garam terlarut lebih dari 3.5%.

4. KESIMPULAN

Bakteri pendegradasi amilum yang diperoleh dari tambak ketahu dari jenis *Pseudomonas nautica* sedangkan bakteri yang mampu mendegradasi selulosa berasal dari jenis *Planococcus halophilus*. Masing – masing memiliki rasio zona bening 2,28 mm dan 2,9 mm. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi terbaik dalam proses mendegradasi pakan buatan yang akan diberikan pada teripang pasir (*Holothuria scabra*).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amaro T, Witte H, Herndl G J, Cunha M R, and Billett D S M (2009) Deep-sea bacterial communities in sediments and guts of deposit-feeding holothurians in Portuguese canyons (NE Atlantic). Deep-Sea Research I(56): 1834-1843
- [2] Budiman A, dan Suhardjono (1992) Penelitian Hutan Mangrove di Indonesia: Pendayagunaan dan Konservasi. 34-71. Dalam Hutomo, M., dan S.Soemodihardjo. Lokakarya Nasional Penyusunan Program Penelitian Biologi Kelautan dan Proses Dinamika Pesisir. Lembaga Penelitian Indonesia dan Universitas Diponegoro. Jakarta

-
- [3] Chi C, Liu J-Y, Fei S-Z, Zhang C, Chang Y-Q, Liu X-L, and Wang G-X (2014) Effect of intestinal autochthonous probiotics isolated from the gut of sea cucumber (*Apostichopus japonicas*) on immune response and growth of *A. japonicas*. *Journal Fish & Shellfish Immunology* 38:367-373.
- [4] Ekawati, E R, Ni'matuzahroh, Surtiningsih T, dan Supriyanto A (2012) Eksplorasi dan identifikasi bakteri selulotik pada limbah daduk tebu (*Saccharum officinarum* L). *Berkala Penelitian Hayati* 18: 31-34
- [5] Gao F, Li F, Tan J, Yan J, and Sun H (2014) Bacterial community composition in the gut content and ambient sediment of sea cucumber *Apostichopus japonicas* revealed by 16S rRNA gene pyrosequencing. *PLOS ONE* 9(6):e100092.doi:10.1371/journal.pone.0100092
- [6] Holt J G., Krieg N R., Sneath P H A., Staley J T., and William S T [eds]. (1994) *Bergey's manual of determinative bacteriology* 9th edition. The William and Walkins Co:USA.
- [7] Newaj-Fyzul A, Al-Harbi A H, and Austin B (2014) Review: Developments in the use of probiotics for disease control in aquaculture. *Aquaculture* 431:1-11
- [8] Plotieau T, Lavitra T, Gillan D C, and Eeckhaut I (2013) Bacterial diversity of the sediments transiting through the gut of *Holothuria scabra* (Holothuroidea; Echinodermata). *Marine Biology* 160: 3087-3101
- [9] Riniatsih I, and Kushartono E W (2009) Substrat dasar dan parameter oseanografi sebagai penentu keberadaan gastropoda dan bivalvia di pantai Sluke kabupaten Rembang. *Jurnal Ilmu Kelautan* 14(1):50-59
- [10] Triyanto, Isnansetyo A, Prijambada I D, Widada J, and Tarmiawati A (2009) Isolasi, karakterisasi dan uji infeksi bakteri proteolitik dari lumpur kawasan hutan bakau. *Jurnal Perikanan* 11(1): 13-18
- [11] Ulfa A, Khotimah S, dan Linda R (2014) Kemampuan degradasi selulosa oleh bakteri selulotik yang diisolasi dari tanah gambut. *Jurnal Protobiont* 3(2): 259-267
- [12] Vennila R, and Kannan V (2011) Bioremediation of petroleum refinery effluent by *Planococcus halophilus*. *African Journal of biotechnology* 10(44): 8829-8833
- [13] Ward-Rainey N, Rainey F A, and Stackebrandt E (1996) A study of the bacterial flora associated with *Holothuria atra*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 203: 11-26

- [14]Yasoda H N, Chi Z, and Ling Z K (2006) Probiotic and sea cucumber farming. SPC Beche-de-mer information Bulletin 24(7):45-48
- [15]Zhang X, Nakahara T, Miyazaki M, Nogi Y, Taniyama S, Arakawa O, Inoue T, and Kudo T (2012) Diversity and function of aerobic culturable bacteria in the intestine of the sea cucumber *Holothuria leucospilota*. Journal genetic applied microbiology 58: 447-456
- [16]Zhou Q, Li K, Jun X, and Bo L (2009) Role and functions of beneficial microorganism in sustainable aquaculture. Bioresource Technology 100: 3780-3786

KLASIFIKASI NUMERIK-FENETIK BAKTERI AMILOLITIK LOKAL PENGHASIL BIOPLASTIK POLIHIDROKSIBUTIRAT (PHB) BERDASARKAN PROFIL PROTEIN TOTAL SEL

Nur Arfa Yanti¹, Nurhayani H.M.¹, L. Sembiring², dan S. Margino³

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo

Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu Kendari, Sulawesi Tenggara
arfayanti73@yahoo.com

²Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³ Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Abstrak

Tiga isolat bakteri amilolitik yang diisolasi dari lokasi pengolahan sagu di Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara memiliki kemampuan memproduksi bioplastik PHB dari substrat pati sagu. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap identitas ketiga isolat bakteri amilolitik lokal penghasil PHB dengan pendekatan sistematik kimiawi berdasarkan profil protein total sel. Profil protein total sel (protein finger printing) divisualisasikan dengan menggunakan Sodium Dodecyl Sulphate poliacrylamide Gel Electrophoresis (SDS PAGE). Profil protein total sel dari 3 isolat bakteri penghasil bioplastik PHB dan 4 strain acuan anggota genus Bacillus dianalisis secara numerik dengan menggunakan program MVSP 3,1 untuk mengetahui nilai similaritasnya. Berdasarkan karakterisasi pendahuluan dengan metode profile matching menunjukkan bahwa ketiga isolat bakteri penghasil PHB (PSA10, PPK5 dan PPK6) merupakan anggota genus Bacillus. Hasil analisis numerik berdasarkan profil protein total sel dari ketiga isolat bakteri penghasil PHB dengan strain acuan anggota genus Bacillus menunjukkan bahwa isolat bakteri PSA10 identik dengan Bacillus megaterium FNCC 0083, isolat bakteri PPK5 identik dengan Bacillus subtilis ATCC 6051^T dan isolat bakteri PPK6 identik dengan Bacillus cereus ATCC 14579^T dengan nilai similaritas 83%. Dengan demikian, profil protein total sel dengan metode SDS PAGE merupakan pendekatan yang efektif untuk mengungkap identitas isolat bakteri baru berdasarkan tingkat kemiripan dengan strain bakteri acuan.

Kata kunci : Klasifikasi numerik-fenetik, Profil Protein total sel, Bakteri, Bioplastik

VIABILITAS *Rhizopus* sp. DAN BAKTERI ASAM LAKTAT (BAL) LOKAL DALAM “RAGI WIKAU MAOMBO”

Nurhayani H. Muhiddin¹⁾, Indrawati²⁾, Nur Arfa Yanti³⁾

^{1), 2), 3)} Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Haluoleo, Kendari
email: nurhayani08@gmail.com

Abstrak

Ragi dibuat dari campuran *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang diisolasi dari “Wikau Maombo” terfermentasi secara tradisional, sehingga diberi istilah “Ragi Wikau Maombo”. Wikau Maombo adalah makanan khas Sulawesi Tenggara berbahan dasar umbi ubi kayu pahit. Pembuatan ragi ini merupakan teknik dalam memperbanyak mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan Wikau Maombo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viabilitas *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) lokal dalam “Ragi Wikau Maombo” pada penyimpanan suhu kulkas dan suhu ruang dengan variasi waktu yang berbeda. Metode penelitian adalah eksperimental, untuk menguji viabilitas *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam “Ragi Wikau Maombo”. Media ragi diinokulasi campuran inokulum *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) dengan perbandingan 1: 1, kemudian diinkubasi 24 jam pada suhu ruang dan dikeringkan. Selanjutnya “Ragi Wikau Maombo” disimpan pada suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C) serta dilakukan pengamatan viabilitas pada waktu 0, 10, 20, 40, 60 dan 80 hari. Pengamatan viabilitas dihitung menggunakan metode Standard Plate Count (SPC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Rhizopus* sp. mampu mempertahankan viabilitasnya hingga 60 hari baik pada penyimpanan suhu kulkas (7°C) maupun suhu ruang (28°C). Bakteri Asam Laktat (BAL) mampu mempertahankan viabilitasnya hingga 80 hari pada kedua suhu penyimpanan.

Kata kunci: Viabilitas, *Rhizopus* sp., Bakteri Asam Laktat (BAL), “Ragi Wikau Maombo”

1. PENDAHULUAN

Ragi dibuat dari tepung beras dan biasanya dijual dalam bentuk bola-bola pipih berwarna putih dengan diameter sekitar 3 cm. Ragi adalah suatu inokulum atau starter yang digunakan dalam pembuatan produk seperti tape, tempe, roti, arak dan brem. Jenis ragi yang umum dikenal yaitu ragi roti, ragi tempe dan ragi tape. Ragi roti mengandung khamir *Sacharomyces cerevisiae* sedangkan ragi tempe mengandung kapang *Rhizopus*.

Mikroorganisme yang terdapat dalam ragi tape termasuk khamir *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia anomala*, dan *Endomyces fibuliger*. Selain khamir juga terdapat kapang Mucoraceae seperti *Rhizopus oryzae* dan *Chlamydomucor oryzae*. Kapang dalam ragi tape menghasilkan sejumlah besar enzim amylase yang berperan dalam proses sakarifikasi pati singkong atau beras selama fermentasi. *Chlamydomucor oryzae* mengubah pati menjadi gula sementara *Rhizopus* spp. berperan dalam tahap fermentasi kedua. *Endomyces fibuliger* mengubah gula menjadi alkohol dan komponen rasa. Bakteri juga berperan dalam fermentasi tape (Beuchat, 1987). Ketiga kelompok mikroorganisme tersebut bekerja sama dalam menghasilkan tape. Ragi yang mengandung mikroflora seperti kapang, khamir dan bakteri dapat berfungsi

sebagai *starter* fermentasi dan dapat meningkatkan kandungan nutrisi produk fermentasi (Susanto dan Saneto, 1994).

“Ragi wikau maombo” merupakan inokulum yang mengandung campuran bakteri asam laktat (BAL) dan kapang *Rhizopus* amilolitik lokal. Ragi ini dibuat untuk digunakan pada fermentasi umbi ubi kayu mentah. Mikroorganisme yang memiliki kemampuan amilolitik berpotensi dimanfaatkan untuk proses fermentasi dengan substrat umbi ubi kayu mentah. Bakteri asam laktat dan kapang *Rhizopus* yang memiliki kemampuan amilolitik tertinggi dari hasil penelitian tahun pertama (Muhiddin dan Munir, 2014; Muhiddin and Munir, 2015) dikembangkan dalam kultur campuran menjadi “ragi wikau maombo”.

Bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat sebagai produk utama dari fermentasi karbohidrat (Steinkraus, 2002 dan Williams and Dennis, 2011 dalam Oyedeji *et al.*(2013). Pratama dkk. (2013) juga menyatakan bahwa fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan hasil akhirnya yaitu asam laktat. Asam laktat dapat menghasilkan nilai pH yang rendah pada substrat sehingga menimbulkan suasana asam. Penurunan nilai pH tersebut dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk pada pangan.

Manfaat fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu pada peningkatan kualitas (peningkatan aroma, rasa, dan tekstur, dan lain-lain). Peningkatan daya cerna, yang mengarah kepengurangan waktu persiapan dan energi yang dibutuhkan. Pembentukan asam amino esensial, asam lemak esensial dan vitamin dan detoksifikasi selama fermentasi. Selain itu, meningkatkan kualitas dari berbagai komoditas pangan lainnya seperti kakao dan tape (Kostinek *et al.*, 2008).

Fermentasi *mocaf* menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) menunjukkan bahwa bakteri tersebut dapat meningkatkan kandungan protein sebesar 8,577%, meningkatkan kandungan lemak sebesar 2,876%, dan menurunkan kadar HCN sebesar 1,800 mg/kg Kurniati dkk. (2012). Fermentasi umbi ubi kayu pahit (*Manihot* sp.) menggunakan inokulum kultur campuran *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) mampu meningkatkan kadungan protein dari 5,90% menjadi 13,41% dan menurunkan kadar HCN dari 13,20% menjadi 11,60% (Muhiddin dan Munir, 2014). Inokulum ini perlu dibuat dalam bentuk ragi agar penerapan di masyarakat lebih mudah.

Efektivitas ragi dalam fermentasi pangan dilihat berdasarkan viabilitas mikroorganisme yang terkandung dalam ragi tersebut. Viabilitas mikroorganisme yang terdapat dalam ragi dapat diamati melalui dua parameter yaitu waktu penyimpanan dan suhu penyimpanan. Penelitian Kusumaningtyas (2005) tentang viabilitas *Rhizopus* sp. pada tepung beras menunjukkan bahwa penyimpanan 0-15 hari jumlah spora mengalami penurunan, penyimpanan 1 bulan viabilitas *Rhizopus* sp. meningkat dan mengalami penurunan kembali pada penyimpanan 2 bulan. Penelitian Rizqiati dkk. (2008) tentang viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam media susu skim yang dikeringkan, pada penyimpanan satu bulan disuhu ruang dan suhu 4°C, menunjukkan bahwa pada suhu ruang Bakteri Asam Laktat (BAL) mengalami penurunan sebesar 3,6 siklus log yaitu dari 8,3 log CFU/g menjadi 4,7log CFU/g sedangkan pada suhu 4 °C viabilitas BAL

menunjukkan penurunan dari 8,3 logCFU/g menjadi 5,9 logCFU/g atau mengalami penurunan sebesar 2,4 siklus log. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa waktu dan suhu penyimpanan mempengaruhi viabilitas mikroorganisme dalam media.

Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian bertujuan mengetahui viabilitas *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam “ragi wikau maombo” pada penyimpanan suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C) selama 80 hari.

2. METODE PENELITIAN

a. Aktivasi isolat *Rhizopus* sp dan Bakteri Asam Laktat (BAL).

Biakan *Rhizopus* sp. diremajakan pada media PDA (*Potato Dextro Agar*) dan Bakteri Asam Laktat (BAL) diremajakan pada media MRSA (*De Mann Ragosa Sharpe Broth*) miring. Aktivasi isolat dilakukan dengan metode *streak plate*, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam (Cappucino and Sherman, 1987).

b. Persiapan Media Ragi

Komposisi media yaitu tepung beras 500 g, tepung umbi ubi kayu 500 g, lengkuas 5 g, bawang putih 5 g, perasan jeruk nipis 20 mL, gula pasir 10 g dan akuades steril 800 mL. Tahapan pembuatan ragi yaitu bawang putih, lengkuas dan gula pasir dihaluskan, kemudian bahan tersebut dicampur dengan tepung beras dan tepung umbi ubi kayu lalu diaduk hingga bercampur rata (Hidayat dkk, 2006, Suliantari dan Rahayu, 1990). Media ragi yang telah dipasteurisasi ditambahkan akuades steril sebanyak 80 mL pada masing-masing wadah, media ragi siap diinokulasi dengan inokulum campuran (Cappucino and Sherman, 1987; McNeil and Harvey, 1990; Suliantari dan Rahayu, 1990).

c. Pembuatan Inokulum Campuran *Rhizopus* sp. dan BAL.

Inokulum campuran dibuat dengan mengencerkan 1 tabung isolat *Rhizopus* sp. dan 20 koloni Bakteri Asam Laktat (BAL) kedalam 200 mL akuades steril dalam erlenmeyer untuk memperoleh jumlah sel yang sama antara *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu antara 10^6 - 10^8 sel/mL (Jutono dkk., 1993, McNeil and Harvey, 1990). Inokulum campuran siap diinokulasikan kedalam media ragi.

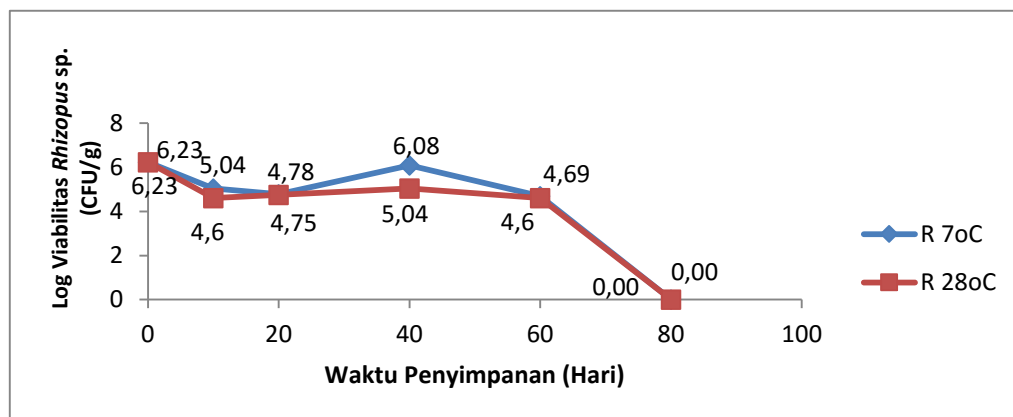
d. Fermentasi “ Ragi wikau maombo” dan Perhitungan Viabilitas *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL)

Media ragi sebanyak 100 g pada masing-masing wadah diinokulasikan dengan 10 mL inokulum campuran *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL). Media ragi diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Ragi yang telah difermentasi dikeringkan dengan sinar matahari hingga membentuk serbuk kering. Serbuk ragi siap digunakan sebagai inokulum atau ragi pada fermentasi umbi ubi kayu mentah. “Ragi wikau maombo” kering disimpan pada suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C), lalu dilakukan pengamatan viabilitas *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) pada waktu 0, 10, 20, 40, 60 dan 80 hari

menggunakan metode *viable count* dengan *Standard Plate Count* (SPC) (Cappucino and Sherman, 1987; McNeil and Harvey, 1990 ; Suliantari dan Rahayu, 1990).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

“Ragi Wikau Maombo” yang baik dapat ditentukan dengan mengetahui kemampuan hidup (viabilitas) *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam media ragi tersebut. Viabilitas *Rhizopus* sp. dihitung untuk mengetahui penyimpanan ragi yang baik pada suhu dan waktu yang tepat. Viabilitas *Rhizopus* sp. dalam media ragi pada suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C) dengan waktu penyimpanan 0, 10, 20, 40, 60, dan 80 hari tercantum Gambar 1.



Gambar 1. Log viabilitas *Rhizopus* sp. dalam media ragi selama penyimpanan 0-80 hari pada suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C).

Gambar 1 menunjukkan bahwa viabilitas *Rhizopus* sp. pada waktu penyimpanan 0 sampai 10 hari mengalami penurunan secara drastis baik pada suhu kulkas (7°C) maupun suhu ruang (28°C). Penurunan viabilitas *Rhizopus* sp. disebabkan karena adanya perubahan kondisi lingkungan akibat pengeringan yang memberikan respon terhadap *Rhizopus* sp. sehingga menyebabkan kerusakan sel. Suhu media ragi saat pengeringan sekitar 28°C sampai 35°C, setelah pengeringan media ragi disimpan pada suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C). Sedangkan kadar air media ragi sebelum pengeringan sekitar 50,60% setelah dilakukan pengeringan kadar air media ragi menjadi 10,33%. Hal tersebut menunjukkan adanya perubahan kondisi lingkungan. Menurut Fardiaz (1992) perubahan kondisi lingkungan mengakibatkan sel tidak melakukan pembelahan karena beberapa enzim belum disintesis, hal ini diikuti dengan menurunnya jumlah sel.

Viabilitas *Rhizopus* sp. setelah penyimpanan 20 hari pada suhu kulkas (7°C) masih menunjukkan adanya penurunan daya viabilitas. Sedangkan pada penyimpanan suhu ruang (28°C) menunjukkan adanya pertambahan jumlah sel. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena suhu ruang (28°C) mendekati suhu optimum pertumbuhan *Rhizopus* sp. sehingga *Rhizopus* sp. dapat dengan mudah mempertahankan viabilitas serta melakukan pembelahan sel yang didukung dengan ketersediaan nutrisi dan kadar air dalam media ragi. Menurut Landecker

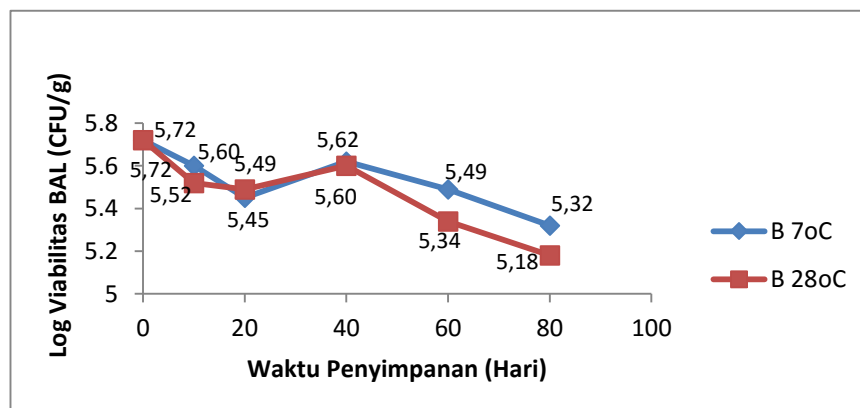
(1990) suhu pertumbuhan optimum *Rhizopus* sp. yaitu 15 - 30°C, suhu minimum 0-5°C dan suhu maksimum 35-45°C.

Viabilitas *Rhizopus* sp. pada penyimpanan 40 hari terjadi pertambahan jumlah sel baik pada suhu kulkas (7°C) maupun suhu ruang (28°C). Viabilitas *Rhizopus* sp. pada penyimpanan 40 hari suhu kulkas (7°C) terjadi pertambahan jumlah sel lebih tinggi dibandingkan pada suhu ruang (28°C). Hal ini kemungkinan terjadi karena pada penyimpanan 40 hari di suhu ruang (28°C) terjadi kontaminasi mikroorganisme lain dalam media ragi yang mengakibatkan persaingan untuk memperoleh nutrisi media ragi yang dapat menunjang viabilitas *Rhizopus* sp. Kontaminasi mikroorganisme lain terlihat dengan adanya koloni berwarna putih yang tumbuh pada permukaan media PDA (*Potato Dextrosa Agar*) saat perhitungan *Standard Plate Count* (SPC).

Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian Kusumaningtyas (2005) yang menunjukkan bahwa viabilitas *Rhizopus* sp. dalam media tepung beras pada suhu 28°C penyimpanan 0-15 hari menurun dari $6,7 \times 10^5$ CFU/g menjadi $1,3 \times 10^5$ CFU/g dan terjadi pertambahan jumlah sel pada penyimpanan 30 hari yakni dari $1,3 \times 10^5$ CFU/g menjadi $8,3 \times 10^5$. Sedangkan pada suhu 4°C peningkatan jumlah sel lebih tinggi pada penyimpanan 15-30 hari yakni dari $7,3 \times 10^5$ menjadi $3,5 \times 10^6$.

Viabilitas *Rhizopus* sp. pada penyimpanan 60 hari menurun baik pada suhu kulkas (7°C) maupun suhu ruang (28°C), dan menurun drastis sampai pada penyimpanan 80 hari. Menurunnya viabilitas *Rhizopus* sp. kemungkinan disebabkan karena berkurangnya kandungan nutrisi dalam media ragi. Kemungkinan lain disebabkan karena menumpuknya senyawa-senyawa hasil metabolisme yang bersifat racun dan dapat merusak sel *Rhizopus* sp. sehingga daya viabilitasnya menurun. Moat dan Foster (1988) menyatakan bahwa adanya penumpukan hasil metabolit merupakan penyebab menurunnya viabilitas.

Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam media ragi pada penyimpanan suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C) dengan waktu 0, 10, 20, 40, 60 dan 80 hari tercantum pada Gambar 2. Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dihitung untuk mengetahui penyimpanan ragi pada suhu dan waktu yang tepat. Ragi yang baik dapat ditentukan dengan mengetahui kemampuan hidup (viabilitas) Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam ragi tersebut.



Gambar 2. Log viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam media ragi penyimpanan 0-80 hari pada suhu kulkas (7°C) dan ruang (28°C).

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam media ragi pada penyimpanan 0 sampai 10 hari mengalami penurunan baik pada suhu kulkas (7°C) maupun suhu ruang (28°C). Penurunan daya viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) terjadi sampai penyimpanan 20 hari baik pada suhu kulkas (7°C) maupun suhu ruang (28°C). Hal ini kemungkinan disebabkan karena kadar air media ragi yang rendah. Kadar air media ragi pada perlakuan 0 hari baik pada suhu kulkas (7°C) maupun ruang (28°C) sekitar 10,33%. Kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi viabilitas mikroorganisme. Bila kadar air di lingkungan hidup Bakteri Asam Laktat (BAL) lebih rendah dibandingkan kandungan air di dalam sel maka cairan dalam sel Bakteri Asam Laktat (BAL) akan keluar sehingga memungkinkan terjadinya kerusakan sel Bakteri Asam Laktat (BAL). Hal ini menyebabkan viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) menurun (Susiwi, 2009; Lay, 1994).

Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) pada penyimpanan 40 hari pada suhu kulkas (7°C) dan suhu ruang (28°C) terjadi pertambahan jumlah sel. Pertambahan jumlah sel disebabkan karena kadar air pada media ragi meningkat akibat kelembaban sehingga ketersediaan air dalam media memicu sel Bakteri Asam Laktat (BAL) untuk melakukan pembelahan sel. Kadar air media ragi perlakuan 0 hari sekitar 10,33%, pada penyimpanan 20 hari kadar air meningkat menjadi 14,8% di suhu kulkas (7°C) dan 13,64% di suhu ruang (28°C).

Menurut Susiwi (2009), kadar air dalam media tumbuh mikroorganisme dipengaruhi oleh kelembaban udara sekitar. Bila terjadi kondensasi pada permukaan bahan maka kelembaban akan meningkat yang diikuti dengan meningkatnya kadar air pada bahan sehingga menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Costa *dalam* Dewi (2009) bahan yang lebih kering, ringan dan berstruktur porous seperti media ragi akan lebih mudah mengalami rehidrasi kembali. Proses rehidrasi yang lebih mudah dan cepat dapat memberikan proses perbaikan kembali sel-sel yang telah mengalami pengeringan, sehingga metabolisme kembali normal dan sel tidak mengalami kerusakan lanjut.

Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) mengalami penurunan lagi setelah penyimpanan 60 hari, dan menurun drastis sampai pada penyimpanan 80 hari baik pada suhu kulkas (7°C) maupun suhu ruang (28°C). Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) pada penyimpanan suhu ruang (28°C) menunjukkan penurunan viabilitas yang lebih tinggi dibandingkan penyimpanan suhu kulkas (7°C). Hal tersebut menunjukkan bahwa Bakteri Asam Laktat (BAL) lebih mampu mempertahankan viabilitas pada suhu kulkas (7°C) dibandingkan suhu ruang (28°C).

Suhu adalah salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi viabilitas mikroorganisme (Gaman dan Sherrington, 1992). Penelitian Rofi'i (2008) menunjukkan bahwa pada penyimpanan suhu 10°C viabilitas bakteri menghasilkan jumlah maksimum sebesar 7,568 log CFU/mL dan nilai minimum 4,079 log CFU/mL sedangkan pada suhu 27,5°C viabilitas bakteri menghasilkan jumlah maksimum sebesar 7,544 log CFU/mL dan jumlah minimum 5,204 log CFU/mL. Menurut penelitian Rizkianti dkk. (2008) viabilitas bakteri pada suhu 4°C dan suhu ruang (27°C) menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 4°C

bakteri mengalami penurunan sebesar 2,4 siklus log dan pada suhu ruang (27°C) bakteri mengalami penurunan sebesar 4,6 siklus log.

Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) juga kemungkinan disebabkan menurunnya kandungan nutrisi dalam media ragi. Kandungan nutrisi dalam media ragi menurun karena telah dimanfaatkan Bakteri Asam Laktat (BAL) untuk pertambahan jumlah sel selama penyimpanan. Menurut Barile *et al.* (2006), viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dipengaruhi oleh konsentrasi nutrisi pada media tumbuh Bakteri Asam Laktat (BAL). Hayes (1995) juga menyatakan bahwa viabilitas bakteri dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain nutrisi, temperatur, kelembaban, pH, dan substansi penghambat. Nutrisi yang dimaksudkan adalah nutrisi media ragi yang merupakan sumber karbon dan sumber nitrogen yang berasal dari tepung beras maupun tepung tapioka yang mendukung viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL).

Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) menurun selain disebabkan faktor nutrisi kemungkinan lain karena penumpukan senyawa metabolit yang beracun. Akumulasi metabolit yang beracun akan menginduksi enzim-enzim tertentu untuk bereaksi agar proses metabolisme dapat terus berlangsung sehingga hasil metabolit terus bertambah dan menyebabkan kerusakan sel Bakteri Asam Laktat (BAL). Bakteri Asam Laktat (BAL) juga menghasilkan metabolit lain seperti hidrogen peroksida yang dalam akumulasi besar dapat merusak sel Bakteri Asam Laktat (BAL) (Lungani, 2007; Suseno dkk., 2000).

Kemampuan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam mempertahankan viabilitasnya sampai pada penyimpanan 80 hari disebabkan adanya daya dukung nutrisi dalam media ragi yang baik bagi ketahanan viabilitas sel Bakteri Asam Laktat (BAL). Nutrisi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ketahanan viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam suatu media (Gaman dan Sherrington, 1992). Nutrisi media ragi bersumber dari tepung tapioka dan tepung beras. Tepung tapioka dan tepung beras mengandung nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak, fosfor dan vitamin, serta merupakan bahan yang ekonomis dan mudah diperoleh. Karbohidrat merupakan salah satu nutrisi utama yang dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan dan dapat mendukung viabilitas sel Bakteri Asam Laktat (BAL). Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi sebagai sumber energi, sumber energi berasal dari metabolisme gula (Linder, 1992, Nisa dkk. 2006; Lingga dkk., 1992; Ernawati, 2010).

Bakteri Asam Laktat (BAL) homofermentatif mengubah keseluruhan glukosa menjadi asam laktat melalui jalur glikolisis sedangkan heterofermentatif memfermentasi glukosa menjadi asam laktat melalui jalur fosfoketolase (Axelsson, 2004 dalam Salminen *et al.*, 2004). Keterlibatan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam pangan memberikan efek yang menguntungkan karena asam yang dihasilkan dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme lain yang tidak dikehendaki selama proses fermentasi berlangsung (Rahayu *et al.*, 1999).

Viabilitas *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam media ragi menunjukkan bahwa *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) mampu mempertahankan viabilitasnya lebih baik pada suhu kulkas (7°C) dibandingkan suhu ruang (28°C) dengan waktu penyimpanan paling baik selama 40 hari. Hal ini

menunjukkan bahwa penyimpanan ragi paling baik disimpan pada suhu kulkas (7°C) dan waktu penggunaan ragi paling baik yaitu penyimpanan 40 hari.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian ini adalah :

- a. *Rhizopus* sp. dan Bakteri Asam Laktat (BAL) mampu mempertahankan viabilitasnya dalam media ragi wikau maombo pada suhu kulkas (7°C) maupun ruang (28°C).
- b. Viabilitas *Rhizopus* sp. dalam media ragi wikau maombo hanya dapat dipertahankan sampai pada penyimpanan 60 hari Sedangkan viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam media ragi dapat dipertahankan sampai pada penyimpanan 80 hari.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Kemenristekdikti RI yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Hibah Bersaing dengan nomor kontrak: 011/Add/Ditlitabmas/2015, tanggal 12-5-2015. Kami juga berterima kasih kepada Ridwan dan Hasanah yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barile D., Coisson, J.D., Jumlahra, F., Travaglia, F., Malfa, P. and Arlorio, M. (2006). *Effect of Whey Protein Concentrate on the Survival of L.plantarum*. <http://milkgenomics.fil-idf-pr.com/Poster06Barile.pdf>.
- [2] Beuchat, L.R. (1987) *Food and Beverage Mycology*. Seond Edition. Van Nostrand Reinhold, Yew York
- [3] Cappucino, J.C and Sherman, N. (1987). *Microbiology : Laboratory Manual*. The Benjamin Cummings Publishing Company.
- [4] Dewi, P. (2009). Ketahanan Hidup Sel *Acetobacter Xylinum* Pada Pengawetan Secara Kering-Beku Menggunakan Medium Pembawa, *Biosaintifika Volume 1, No.1*
- [5] Fardiaz, S. (1993) *Analisis Mikrobiologi Pangan*, PT Raja Gafindo Persada, Jakarta.
- [6] Gaman P.M dan Sherrington K.B. (1992) *Ilmu Pangan Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [7] Hayes, P.R. (1995.) *Food Microbiology and Hygiene 2nd ed*, Chapman and Hall, London.

-
- [8] Hidayat, N., Padaga, M.C., Suhartini, S., (2006) *Mikrobiologi Industri*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- [9] Jutono, J., Soedarsono, S., Hartadi, S., Kabirum, S., dan Soesanto (1993), *Pedoman Praktikum Mikrobiologi*, Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [10]Kostinek, M., Hanak, A., Specht, I., Dortu, C.M., Thonart, P., Mbugua, S., Holzapfel, W.H., Hertel, C. and Franz, C.M.A.P. (2008) Use of *Lactobacillus* strains to start cassava fermentations for Gari Production. *Internationalal Journal of Food Microbiology*. **128**: 258-267.
- [11]Kurniati, L.I., Aida, N., Gunawan, S., Widjaja, T. (2012) Pembuatan *Mocaf (Modified Cassava Flour)* Dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*, *Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, No. 1*.
- [12]Kusumaningtyas, E., Widiastuti, R., Istiana, Maryam, R., dan Tarmudji (2005) *Viabilitas Saccharomyces Cerevisiae, Rhizopus Oligosporus Dan Campurannya Dalam Tepung Beras*, Balai Penelitian Veteriner, Bogor.
- [13]Landecker, E.M. (1990) *Fundamental of the Fungi*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [14]Lay, B.W. (1994) *Analisis Mikroorganisme di Laboratorium*, Rajawali Pers, Jakarta.
- [15]Linder, Maria C. (1992) *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian Secara Klinis*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- [16]Lingga, P. (1992) *Bertanam Umbi-umbian*, Penerbit Swadaya, Jakarta.
- [17]Lunggani, A.T. (2007) Kemampuan Bakteri Asam Laktat Dalam Menghambat Pertumbuhan dan Produksi Aflatoksin B2 *Aspergillus flavus*. *BIOMA. Vol 9 No 2 hal 45-51*.
- [18]McNeil, B. and L. M. Harvey. (1990). *Fermentation : A Practical Approach*. Oxford University Press, New York.
- [19]Moat, A.G., and Foster, J.W. (1988) *Microbial dan Physiology*, Second Edition, John Wiley and Sons, Singapore : 15-16
- [20]Muhiddin, N.H. dan Munir, A. (2014) Isolasi dan Seleksi Kapang *Rhizopus* sp. Amilolitik Lokal dari “Wikau Maombo” Terfermentasi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Biologi-FMIPA, UNS, Semarang. Hal 468 – 473

- [21]Muhiddin, N.H. and Munir, A. (2015). Selection and Characterization of Amylolytic lactic acid bacteria isolated from "Wikau Maombo" Fermented. *Proceeding Celebes International Conference on Diversity at Wallacea's Lirw*. p 45 – 52
- [22]Nisa, Z.K., Cahyadi,W., dan Suliasih, N. (2006) *Pengaruh Jenis Tepung Umbi-Umbian dan Konsentrasi Tepung Ikan Lele Terhadap Karakteristik Beras Analog*, Universitas Pasundan, Bandung.
- [23]Oyededeji, O., Ogunbanwo, S. T., Onilude A. A. (2013). Predominant Lactic Acid Bacteria Involved in the Traditional Fermentation of *Fufu* and *Ogi*, Two Nigerian Fermented Food Products. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 40-46
- [24]Pratama, A.Y., Febriani, R.N., Gunawan, S. (2013) Pengaruh Ragi Roti, Ragi Tempe, dan *Lactobacillus Plantarum* Terhadap Total Asam Laktat Dan pH Pada Fermentasi Singkong, *Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1*.
- [25]Rahayu, E.S., Titiek, F.D., Mahyu, D. dan Edi,S. (1999) Bakteri Asam Laktat pada Makanan Fermentasi Tradisional, UGM, Yogyakarta.
- [26]Rizqianti, H., Janie, B.S.L., Nurhidayat, N., Nurwitri, C. (2008) Ketahanan dan Viabilitas *Lactobacillus plantarum* yang Dienkapsulasi dengan Susu Skim dan Gum Arab Setelah Pengeringan dan Penyimpanan, *Animal Production* 1. (2): hal 1-6.
- [27]Suliantari dan Rahayu, W. P. (1991) *Teknologi Fegmentasi Umbi-umbian dan Biji-bijian*. DEPDIBUD-PAU Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.
- [28]Salminen, S., Wright, A.V., and Ouwehand, A. (2004) *Lactic Acid Bacteria, Microbiological and Functional Aspects*, Third Edition, Revised and Expanded, Marcel Dekker, Inc. New York.
- [29]Susanto, T. dan Saneto, B. (1994) *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*, Bina Ilmu, Surabaya.
- [30]Suseno, T.I.P., Surjoseputro, S. dan Anita, K. 2000., Minuman Probiotik Nira Siwalan: Kajian Lama Penyimpanan terhadap Daya Anti Mikroorganisme *Lactobacillus casei* pada beberapa Bakteri Patogen. *J. Teknologi Pangan dan Gizi*, 1 (1): 113

POPULASI DAN JENIS BAKTERI PENAMBAT NITROGEN SIMBIOTIK DI LAHAN BEKAS TAMBANG NIKEL

Ramdana Sari¹, Retno Prayudyaningsih¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar
Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 16, Makassar, Sulawesi Selatan, Kode Pos 90243

Telp. (0411) 554049, Fax (0411) 554058

Email : ramdana_sari@yahoo.co.id

prayudya93@yahoo.com

Abstrak

Kegiatan penambangan nikel meninggalkan lahan dengan kualitas tanah yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan mikroba tanah merupakan salah satu upaya meningkatkan pertumbuhan tanaman dan memperbaiki kualitas tanah bekas tambang nikel. Salah satu mikroba tanah yang berpotensi untuk itu adalah bakteri penambat nitrogen simbiotik karena mampu menyediakan unsur hara nitrogen bagi tanaman. Isolasi bakteri penambat nitrogen simbiotik dari lahan bekas tambang nikel perlu dilakukan untuk memperoleh isolat lokal yang sesuai dan adaptabilitasnya tinggi dengan kondisi tanah dan jenis tumbuhannya. Untuk itu, dibutuhkan informasi populasi dan jenis bakteri penambat nitrogen simbiotik. Isolasi bakteri penambat nitrogen dari beberapa tipe areal di lahan bekas tambang nikel di Konawe Utara menunjukkan jumlah koloni yang bervariasi dan tergolong rendah. Jumlah koloni terendah terdapat pada areal Backfilling, yaitu $2,5 \times 10^5$ cfu/gr. Areal yang telah tersukses alami, revegetasi dengan penambahan top soil, dan revegetasi tanpa top soil menunjukkan jumlah koloni berturut-turut yaitu $3,9 \times 10^5$ cfu/gr, $3,6 \times 10^5$ cfu/gr, dan $3,5 \times 10^5$ cfu/gr. Sebanyak 23 isolat bakteri penambat nitrogen yang diperoleh tidak mampu menyerap warna merah dari pewarna indikator pada media uji YEMA + CR. Karakterisasi pada media selektif YEMA + BTB menunjukkan 2 jenis rhizobia yang berhasil diisolasi, yaitu jenis *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium*.

Kata Kunci: Tambang Nikel, Bakteri Penambat Nitrogen, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*

1. LATAR BELAKANG

Nikel merupakan salah satu sumber daya mineral yang memiliki potensi besar. Indonesia menempati peringkat ke-8 dunia untuk cadangan nikel yang dimiliki ($\pm 2,9\%$) dan peringkat ke-4 dunia untuk produksi nikel ($\pm 8,6\%$)^[4] dan pada tahun 2010, jumlah bijih nikel Indonesia dari hasil penambangan mencapai 26,3 juta ton^[3]. Batuan induk nikel yang mengandung nikel (sesuai dengan standar perdagangan internasional) terdapat pada kedalaman 20 – 40 m di bawah permukaan tanah. Oleh karena itu, penambangan harus dilakukan dengan membuka/menggali lapisan dan vegetasi penutup tanah^[13]. Proses penambangan dengan sistem terbuka pada prinsipnya dimulai dengan membersihkan permukaan tanah, kemudian mengupas tanah penutup, menggali bahan tambang dan mengangkutnya ke tempat penampungan untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan baku industri, dan menimbun kembali lubang bekas galian^[16]. Walaupun menghasilkan devisa yang besar, industri pertambangan juga menimbulkan dampak kerusakan pada areal bekas tambang, baik secara fisik, kimia, maupun biologi tanah. Masalah fisik tanah meliputi kerusakan pada tekstur dan struktur tanah yang mempengaruhi solum tanah, pemadatan tanah, stabilitas tanah dan

bentuk lahan. Masalah kimia tanah berhubungan dengan reaksi tanah (pH), kekurangan unsur hara, dan adanya unsur toksik^[9]. Kerusakan tanah secara fisik dan kimia menyebabkan keberadaan mikroorganisme tanah menjadi terganggu dan secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Kekurangan unsur hara esensial di dalam tanah bekas tambang menyebabkan tanaman sulit tumbuh. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas kesuburan tanah di areal bekas tambang adalah dengan pemanfaatan pupuk hayati seperti bakteri fiksasi nitrogen. Bakteri rhizobia termasuk ke dalam kelompok bakteri yang mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman. Ketika bersimbiosis dengan tanaman legum, bakteri ini akan menginfeksi akar dan membentuk bintil. Penambatan nitrogen yang dilakukan oleh rhizobia hanya mampu dilakukan ketika bakteri ini berada di dalam bintil akar.

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang penting untuk pertumbuhan tanaman karena berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, protein dan menstimulasi perkembangan akar^[7]. Unsur ini terdapat dalam jumlah yang sedikit di dalam tanah sedangkan tanaman membutuhkan nitrogen yang lebih banyak untuk mendukung proses metabolismenya. Oleh karena itu, sumber utama nitrogen untuk tanaman adalah nitrogen bebas di udara dengan jumlah sekitar 78% dari volume atmosfer^[17]. Nitrogen bebas (N₂) tidak dapat langsung dimanfaatkan tanaman sehingga terlebih dahulu harus diubah menjadi amonium^[2] oleh bakteri fiksasi nitrogen. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas kesuburan tanah di areal bekas tambang, perlu didukung informasi mengenai kondisi mikroorganisme tanah potensial, khususnya rhizobia, yang ada di areal tersebut.

2. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan September – Desember 2015. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di lahan bekas tambang nikel PT. Stragate Pacific Resources, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Areal pengambilan sampel dibedakan menjadi 4 berdasarkan kondisi tapak yang berbeda, yaitu areal tersukresi alami (SA), *Backfilling* (BF), revegetasi dengan pemberian top soil (RTS) dan revegetasi tanpa top soil (RTTS).

Areal SA adalah areal pada lahan bekas tambang nikel yang telah direklamasi secara fisik dengan penimbunan menggunakan material *over burden* dan ditaburi dengan lapisan tanah top soil pada permukaan atas. Areal ini kemudian dibiarkan karena belum direvegetasi dan secara alami muncul vegetasi/tumbuhan. Areal BF merupakan areal di lahan bekas tambang nikel yang telah direklamasi secara fisik, yaitu penimbunan menggunakan lapisan *over burden* dan perataan permukaan. Areal RTS adalah areal di lahan bekas tambang nikel yang telah direklamasi secara fisik dan biologi melalui penimbunan dengan material *over burden*, kemudian dilakukan penaburan top soil pada permukaan atas dan dilanjutkan dengan revegetasi. Areal RTTS adalah areal di lahan bekas tambang nikel yang sebenarnya belum selesai ditambang kemudian ditinggalkan karena potensi bijih nikel sangat sedikit dan kemudian revegetasi tanpa ditaburi top soil terlebih dahulu.

Isolasi dan karakterisasi bakteri rhizobia dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar.

B. ALAT

Alat-alat yang digunakan di lapangan yaitu sekop kecil, linggis, dan plastik makanan. Sedangkan alat-alat yang digunakan di dalam laboratorium adalah *Laminary Air Flow*, *incubator*, *autoclave*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, timbangan digital, *colony counter*, *beaker*, *erlenmeyer*, cawan petri, botol pengencer, tabung reaksi 20 ml, bunsen, pipet tetes, spoit, gelas ukur, batang L, dan jarum inokulasi (bulat).

C. BAHAN

Bahan-bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah sampel tanah bekas tambang nikel, NaCl 0,85%, media YEMA (*Yeast Extract Mannitol Agar*), *Congo Red* (CR), *Bromthymol Blue* (BTB), aquadest, spiritus, *cling wrap*, dan aluminium foil.

D. PROSEDUR KERJA

1) Pengambilan sampel tanah

Sampel tanah sebanyak 1 kg diambil pada kedalaman 0 – 20 cm dari 5 titik pada tiap plot di areal yang telah ditentukan (SA, BF, RTS dan RTTS). Selanjutnya tanah dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label yang berisikan informasi tanggal pengambilan sampel, plot dan areal.

2) Isolasi Bakteri Penambat Nitrogen

Sampel tanah yang telah diambil dari lahan bekas tambang nikel kemudian ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam 9 ml larutan garam fisiologis (NaCl 0,85%) dalam tabung reaksi. Larutan dalam tabung (NaCl fisiologis – tanah) selanjutnya dikocok dan dibuat seri pengenceran dengan cara memipet larutan sebanyak 1 ml lalu dimasukkan ke dalam 9 ml larutan NaCl fisiologis di botol lain, dan seterusnya sampai diperoleh seri pengenceran 10^{-1} – 10^{-4} . Seri pengenceran 10^{-2} – 10^{-4} kemudian dipipet sebanyak 0,1 ml dan dituang ke dalam cawan petri yang telah berisi media YEMA, diratakan dengan menggunakan batang L. Biakan kemudian diinkubasi pada suhu 26°C selama 3 – 4 hari dan diamati pertumbuhan bakteri.

3) Karakterisasi Bakteri Rhizobia

Isolat bakteri dengan morfologi koloni berbeda (isolat tunggal) yang diperoleh dari proses isolasi selanjutnya ditumbuhkan ke dalam media selektif yang sudah dimodifikasi untuk melihat sifat dari bakteri uji. Media dasar ditambahkan beberapa pewarna indikator, yaitu *Congo Red* (YEMA + CR) untuk melihat reaksinya terhadap *Congo Red* (CR) dan *Bromthymol Blue* (YEMA + BTB) untuk melihat kecepatan pertumbuhannya ^[15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

1) Isolasi Bakteri Penambat Nitrogen Dari Lahan Bekas Tambang Nikel Dengan Kondisi Tapak Berbeda

Sampel tanah yang telah diperoleh dari lahan bekas tambang nikel dibedakan berdasarkan keadaan lokasi pengambilan sampel, yaitu lahan tersuksesasi alami (SA), *back filling* (BF), lahan yang sudah direvegetasi dengan top soil (RTS), dan lahan revegetasi tanpa pemberian top soil (RTTS). Jumlah koloni bakteri penambat nitrogen yang berhasil diisolasi terlihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Jumlah koloni bakteri penambat nitrogen

AREAL BEKAS TAMBANG	JUMLAH KOLONI (cfu/gr)
Tersuksesasi alami (SA)	$3,9 \times 10^5$
<i>Back Filling</i> (BF)	$2,5 \times 10^5$
Revegetasi dengan top soil (RTS)	$3,6 \times 10^5$
Revegetasi tanpa top soil (RTTS)	$3,5 \times 10^5$

Dari hasil isolasi sampel tanah, terlihat bahwa lahan BF memiliki jumlah koloni terendah, yaitu $2,5 \times 10^5$ cfu/gr dan lahan SA dengan jumlah koloni tertinggi, yaitu $3,9 \times 10^5$ cfu/gr.

2) Karakterisasi Bakteri Rhizobia

Koloni tunggal bakteri yang memiliki morfologi yang berbeda-beda kemudian dikarakterisasi pada media selektif yang telah dimodifikasi. Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman jenis rhizobia yang berhasil diisolasi dari lahan bekas tambang. Isolat yang diinokulasi pada media YEMA + CR dan YEMA + BTB menunjukkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Pertumbuhan bakteri penambat nitrogen pada media selektif

AREAL BEKAS TAMBANG	KODE ISOLAT	UJI CR	UJI BTB
Tersuksesasi alami (SA)	A2.1.T2	Pink pucat	Kuning
	A2.1.T5	Pink pucat	Biru
	A2.2.T1	Pink pucat	Kuning
	A2.3.T1	Pink pucat	Kuning
	A2.4.T2	Putih	Kuning
	A2.4.T8	Pink pucat	Kuning
	A1.4.5	Pink pucat	Kuning
<i>Back Filling</i> (BF)	BF A2.1.4	Putih	Kuning
	BF A2.2.1	Pink pucat	Kuning
	BF A2.2.13	Pink pucat	Kuning
	BF A2.3.4	Pink pucat	Kuning
Revegetasi dengan Top Soil (RTS)	A3.1.1	Pink pucat	Kuning
	A3.1.2	Putih	Kuning
	A3.2.5	Pink pucat	Kuning
	A3.3.4	Pink pucat	Kuning
	A3.3.5	Pink	Biru
	A1.2.1	Pink pucat	Kuning
	A1.3.7	Pink pucat	Kuning
Revegetasi dengan Top Soil (RTS)	A3.1.1	Pink pucat	Kuning
	A6.2.5	Pink pucat	Kuning
	A6.2.8	Pink pucat	Biru
	A6.3.2	Pink pucat	Kuning
	A6.3.5	Pink pucat	Kuning

Dari hasil karakterisasi, terlihat adanya keanekaragaman bakteri rhizobia yang terdapat pada lahan bekas tambang nikel. Isolat bakteri yang mampu mengubah media YEMA+BTB menjadi warna kuning termasuk ke dalam kelompok *Rhizobium* dan isolat yang tidak mampu mengubah warna media (tetap biru) termasuk ke dalam kelompok *Bradyrhizobium*.

Tabel 3. Keanekaragaman bakteri rhizobia dari lahan bekas tambang nikel

TIPE AREAL	JUMLAH ISOLAT	
	<i>Rhizobium</i>	<i>Bradyrhizobium</i>
SA	6	1
BF	4	-
RTS	6	1
RTTS	3	2

B. PEMBAHASAN

1) Isolasi Bakteri Penambat Nitrogen Dari Lahan Bekas Tambang Nikel Dengan Kondisi Tapak Berbeda

Pada dasarnya, kualitas kesuburan tanah yang baik merupakan kunci keberhasilan dalam pemulihan lahan bekas tambang yang terdegradasi karena mampu menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan tanaman. Rhizobia merupakan salah satu bakteri yang mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman, khususnya nitrogen. Bakteri penambat nitrogen mampu meningkatkan pertumbuhan semai sengon (*Paraserianthes falcataria*) pada lahan bekas tambang emas ^[1]. Selain itu, *Rhizobium* mampu menambat N udara melalui simbiosis dengan kedelai dan memenuhi sekitar 40% - 70% dari jumlah nitrogen total yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman ^[12].

Isolasi bakteri penambat nitrogen dari beberapa tipe areal menunjukkan jumlah koloni yang bervariasi. Jumlah koloni terendah terdapat pada areal Backfilling, yaitu $2,5 \times 10^5$ cfu/gr (Tabel 1). *Backfilling* merupakan penimbunan kembali material *overbuden* di dalam lubang bukaan bekas tambang dimana bahan galian tambang telah selesai diambil ^[10]. Metode *Backfilling* yang tidak tepat, menyebabkan tanah lapisan atas (top soil) yang memiliki kesuburan tinggi bercampur dengan lapisan tanah lainnya atau tertimbun di bagian bawah. Oleh karena itu, daya dukung tanah bekas tambang (khususnya pada penambangan terbuka) menjadi rendah dengan struktur tanah yang rusak. Pada areal yang sudah direvegetasi tanpa pemberian top soil (RTTS) memiliki jumlah koloni $3,5 \times 10^5$ cfu/gr (Tabel 1). Tanah lapisan atas lahan bekas penambangan terbuka sangat heterogen dan memiliki berat isi tinggi, total pori rendah, kandungan N dan P rendah, cadangan Ca dan Mg tinggi, dan populasi mikroba rendah ^[16]. Hal inilah yang mempengaruhi keberadaan bakteri penambat nitrogen pada areal BF dan RTTS menjadi rendah.

Tabel 1 juga menunjukkan, isolasi bakteri penambat nitrogen dari areal bekas tambang yang sudah mengalami suksesi (SA) memiliki jumlah koloni $3,9 \times 10^5$ cfu/gr dan revegetasi dengan pemberian top soil (RTS) sebanyak $3,6 \times 10^5$ cfu/gr (RTS). Kondisi tanah yang sudah mengalami perbaikan vegetasi mempengaruhi keberadaan mikroba tanah. Tanaman mensekresikan eksudat akar berupa senyawa yang mudah larut, misalnya asam amino, gula dan asam-asam

organik yang menjadi sumber nutrisi bagi mikroba tanah sehingga mengakibatkan aktivitas mikroba di rhizosfer jauh lebih tinggi dibandingkan lingkungan tanah yang belum mengalami perbaikan vegetasi. Sebaliknya, aktivitas mikroorganisme yang tinggi membantu tanaman mendapatkan nutrisi untuk mendukung pertumbuhannya^[18].

Dari keseluruhan populasi bakteri rhizobia pada keempat tipe areal menunjukkan bahwa populasinya tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi tanah pada areal tersebut kurang subur, karena tanah yang subur mengandung lebih dari 100 juta (10^8) mikroba per gram tanah^[11].

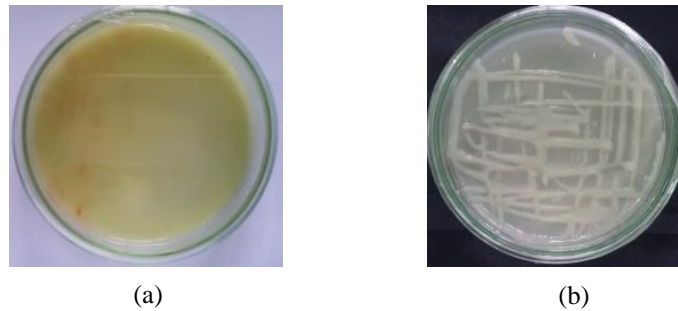
2) Karakterisasi Bakteri *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium*

Isolat bakteri yang telah diperoleh kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui sifatnya terhadap suatu uji. *Congo red* digunakan untuk mengisolasi bakteri *Rhizobium* spp. atau menguji kemurnian kultur *Rhizobium*. Umumnya, kelompok rhizobia menunjukkan koloni yang berwarna putih pada media YEMA+CR atau sedikit mengabsorpsi pewarna indikator^[8]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 23 isolat yang telah diperoleh tidak mampu atau hanya sedikit menyerap warna merah dari *Congo red*. Sebanyak 19 koloni bakteri berwarna pink pucat, 3 koloni berwarna putih dan 1 koloni lainnya berwarna pink (Gambar 1). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa semua isolat rhizobia yang diisolasi dari bintil akar *Pisum sativum* L. tidak mampu menyerap warna merah ketika ditumbuhkan pada media YEMA yang mengandung *Congo red*^[6].



Gambar 1 Pertumbuhan isolat yang ditumbuhkan pada media YEMA yang mengandung *Congo red*. (a) koloni berwarna putih; (b) koloni berwarna pink pucat (sumber : koleksi pribadi)

Uji BTB dilakukan untuk menyeleksi dan mengidentifikasi kelompok rhizobia yang tumbuh cepat maupun lambat (*fast – slow growing rhizobia*)^[5]. Isolat yang ditumbuhkan pada media YEMA yang mengandung *Bromthymol Blue* (BTB) memberikan respon yang bervariasi (Gambar 2). Sebanyak 19 isolat mampu mengubah media menjadi warna kuning dan termasuk ke dalam kelompok *Rhizobium* yang tumbuh cepat pada media uji. Sedangkan 4 isolat lainnya termasuk ke dalam kelompok *Bradyrhizobium* yang tidak mampu mengubah warna media dan tumbuh lambat pada media uji.



Gambar 2. Pertumbuhan isolat yang ditumbuhkan pada media YEMA yang mengandung *Bromthymol Blue* (BTB). (a) kelompok *Rhizobium*; (b) kelompok *Bradyrhizobium* (Sumber : koleksi pribadi)

Penelitian yang dilakukan oleh Shahzad, *et al.* (2012) menunjukkan bahwa isolat rhizobia yang diinokulasikan ke dalam media yang mengandung BTB selama 2 hari mampu mengubah warna media menjadi kuning (pH media rendah) dan tumbuh cepat ^[14]. Rhizobia dibagi menjadi 2 kelompok berdasarkan sifat-sifat pertumbuhannya. Kelompok I tergolong *Rhizobium* yang menghasilkan asam dalam media YEMA + BTB, membentuk kekeruhan yang jelas pada media cair 2 – 3 hari inkubasi dan memiliki waktu ganda 2 – 4 jam. Sedangkan kelompok II tergolong *Bradyrhizobium* yang menghasilkan basa dalam media YEMA + BTB dan memiliki waktu ganda 6 – 7 jam ^[15].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 2 jenis rhizobia yang berhasil diisolasi dari lahan bekas tambang nikel, PT. Stargate Pacific Resources. Pada areal SA dan RTS, diperoleh 6 isolat *Rhizobium* dan 1 isolat *Bradyrhizobium*. Sedangkan pada areal RTTS, diperoleh 3 isolat *Rhizobium* dan 2 isolat *Bradyrhizobium*. Areal yang sudah ditumbuhi tanaman meningkatkan kualitas kesuburan tanah sehingga mempengaruhi keberadaan dan keanekaragaman jenis-jenis mikroba. Lain halnya pada areal BF, kondisi tapak yang masih marjinal menyebabkan keanekaragaman jenis mikroba tanah menjadi rendah.

4. KESIMPULAN

- 1) Isolasi bakteri penambat nitrogen dari 4 tipe areal bekas tambang nikel di Konawe Utara menunjukkan lahan yang sudah mengalami suksesi secara alami (SA) memiliki jumlah koloni terbesar, diikuti areal revegetasi dengan top soil (RTS), revegetasi tanpa top soil (RTTS) dan jumlah koloni terendah pada areal *Backfilling* (BF).
- 2) Jenis bakteri penambat nitrogen yang terdapat di lahan bekas tambang nikel, Konawe Utara adalah *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium*

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada PT. Stargate, Konawe Utara, atas izinnya sehingga kami bisa melakukan pengambilan data dan sampel penelitian pada lahan bekas tambang nikel PT. Stargate. Ucapan terima kasih juga kepada Bapak Hajar, S.Hut, M.Hut dan Bapak Edi Kurniawan, S.Hut, M.Hut yang telah membantu selama melakukan survey dan penelitian di lapangan, serta A. Sri

Rahmah Dania, S.Si, Hartini, SP dan Mutiah Ummusyahidah, S.Hut yang telah membantu di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmarahman, C. dan Indra, G. F. (2008) Pemanfaatan *Rhizobium* untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Sengon (*Paraserianthes falcataria*) pada Media Tanah Bekas Tambang Semen. Jurnal Tengkawang, 2 (1) : 38 – 46.
- [2] Azizah (2011) Pengaruh Tiga Inokulan Bakteri *Rhizobium* Terhadap Pembentukan Bintil Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- [3] Biro Perencanaan Sekretariat Jenderal Kementerian Perindustrian (2012) Analisis Biaya Manfaat Pelarangan Ekspor Bahan Mentah Minerba dan Dampaknya Terhadap Sektor Industri. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
- [4] Dahlius, A. Z. (2014) Potensi dan Tantangan Pertambangan di Indonesia. Asosiasi Pertambangan Indonesia. <http://ima-api.com>. Diakses Tanggal 16 Februari 2016.
- [5] Datta, A., Ravi. K. S., and Shahina, T. (2015) Isolation, Characterization, and Growth of *Rhizobium* Strains Under Optimum Conditions For Effective Biofertilizer Production. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 32 (1) : 199 – 208.
- [6] Deshwal, V. K. dan Abhishek C. (2014) Isolation and Characterization of *Rhizobium leguminosarum* From Root Nodule of *Pisum sativum* L. Journal of Academia and Industrial Research (JAIR), 2 (8) : 464 – 467.
- [7] Hidayat, M. (2010) Efektivitas Pemupukan Nitrogen dan Multi Isolat *Rhizobium* ILeTRYsoy 4 Dalam Berbagai Formula Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai di Tanah Masam Ultisol. [Skripsi]. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- [8] Kneen, B. E. and Thomas, A. L. (1983) Congo Red Absorption by *Rhizobium leguminosarum*. Applied and Environmental Microbiology, 45 (1) : 340 – 342.
- [9] Leomo, S. La Mudi, dan Syamsu A. (2013) Aplikasi Rizobakteri Pada *Cover Crop* Dalam Mempengaruhi Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Nikel. Jurnal Agroteknos, 3 (1) : 26 – 33.
- [10] Pendra, A. R., Hartini, I., Harminuke, E. H. (2014) Desain *Backfilling* Berdasarkan Rencana Pascatambang pada Tambang Batubara PT. Karbindo

- Abesyapradhi Coal Site Tiang Satu Sungai Tambang Sumatera Barat. Jurnal Ilmu Teknik, 2 (1).
- [11]Purwaningsih, S. (2009) Populasi Bakteri *Rhizobium* di Tanah pada Beberapa Tanaman dari Pulau Buton, Kabupaten Muna, propinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal Tanah Trop, 14 (1) : 65 – 70.
- [12]Saptiningsih, E. (2007) Peningkatan Produktivitas Tanah Pasir Untuk Pertumbuhan Tanaman Kedelai Dengan Inokulasi Mikoriza dan *Rhizobium*. Bioma, 9 (2) : 58 – 61.
- [13]Sariwahyuni (2012) Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang PT. Incosorowako dengan Bahan Organik, Bakteri Pelarut Fosfat, dan Bakteri Pereduksi Nikel. Jurnal Riset Industri, 6 (2) : 149 – 155.
- [14]Shahzad, F., M. Shafee, F. Abbas, S. Babar, M. M. Tariq, and Z. Ahmad (2012) Isolation and Biochemical Characterization of *Rhizobium meliloti* From Root Nodules of Alfalfa (*Medico sativa*). The Journal of Animal and Plant sciences, 22 (2) : 522 – 524.
- [15]Somasegaran, P. and H. J. Hoben (1985) Methods In Legume – *Rhizobium* Techology. Departemen of Agronomy and Soil Science. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii.
- [16]Subowo, G. (2011) Penambangan Sistem Terbuka Ramah Lingkungan dan Upaya Reklamasi Pasca Tambang untuk Memperbaiki Kualitas Sumberdaya Lahan dan Hayati Tanah. Jurnal Sumberdaya Lahan, 5 (2) : 83 – 94.
- [17]Usman (2012) Teknik Penetapan Nitrogen Total pada Contoh Tanah Secara Destilasi Titrimetri dan Kolorimetri Menggunakan *Autoanalyzer*. Buletin Teknik Pertanian, 17 (1) : 41 – 44.
- [18]Widyati, E. (2013) Memahami Interaksi Tanaman - Mikroba. Tekno Hutan Tanaman, 6 (1) : 13 – 20.

Isolasi dan Identifikasi Molekuler Bakteri Penghasil Enzim Kitinase dari Limbah Pengolahan Udang

Lasinrang Aditia¹, Eka Sukmawaty², Mashuri Masri²

¹Mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

²Dosen Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

Jl. Sultan Alauddin No. 36 Samata, Kab. Gowa, 92113, Indonesia

email: lasinrang.aditia@gmail.com

Abstrak

Kitin adalah suatu polisakarida yang tersusun oleh β -1,4-N-asetilglukosamin. Kelimpahan kitin di alam menempati urutan terbesar kedua setelah selulosa dan terdistribusi luas di lingkungan biosfer seperti pada limbah pengolahan udang. Keberadaan kitin di alam yang sangat melimpah ini dengan cepat terdegradasi, karena adanya beberapa mikroba termasuk bakteri yang mampu mendegradasi kitin menjadi produk turunnnya dengan bantuan enzim kitinase yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi secara molekuler bakteri penghasil enzim kitinase dari limbah pengolahan udang. Isolasi dilakukan dari sampel cairan hasil fermentasi limbah pengolahan udang dengan metode cawan sebar pada media selektif kitin agar dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 3 hari, zona bening yang terbentuk disekitar koloni sebagai indikator bahwa isolat tersebut memiliki aktivitas kitinase. Seleksi dilakukan dengan cara mengotolkan kembali semua isolat pada media kitin agar dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 3 hari kemudian mengukur indeks kitinolitiknya (IK). Dua isolat yang memiliki indeks kitinolitik tertinggi akan diidentifikasi secara molekuler berbasis 16S-rRNA. Dari hasil isolasi didapatkan 10 isolat yang memiliki aktivitas kitinase. Setelah dilakukan seleksi, dua isolat yang memiliki indeks kitinolitik tertinggi yaitu isolat KLA-2 (IK = 4,5) dan KLA-4 (IK = 15). Hasil dari identifikasi molekuler menunjukkan bahwa isolat KLA-2 memiliki kesamaan 97% dengan *Lysinibacillus fusiformis* dan KLA-4 memiliki kesamaan 95% dengan *Brevibacillus reuszeri*.

Kata Kunci: Kitin, Limbah Udang, Kitinase, Molekuler, *Lysinibacillus fusiformis*, *Brevibacillus reuszeri*

Uji Kemampuan Tumbuh Isolat Bakteri Laut Pantai Losari Pada Berbagai Konsentrasi Merkuri

Fahrudin¹⁾ dan Nur Haedar¹⁾

¹⁾Dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Hasanuddin, Makassar.
email: fahrudin65@gmail.com

Abstrak

Telah terjadi pencemaran merkuri di Pantai Losari, Makassar akibat dari buangan limbah domestik dan industri pengrajin emas dari daerah sekitarnya yang bisa membahayakan pada manusia. Untuk menggulangnya dapat dilakukan dengan metode biologi dengan memanfaatkan bakteri sebagai pereduksi merkuri. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri resisten merkuri, mengetahui kemampuan tumbuhnya pada berbagai konsentrasi merkuri yaitu 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 dan 150 ppm dan karakteristik bakteri resisten merkuri yang berasal dari pantai Losari Makassar. Uji resistensi isolat bakteri terhadap beberapa konsentrasi merkuri dilakukan dengan metode difusi agar. Hasil isolasi diperoleh 5 isolat bakteri resisten merkuri. Uji resistensi isolat bakteri terhadap beberapa konsentrasi merkuri menunjukkan, 2 isolat termasuk bakteri resisten pada konsentrasi 150 ppm yaitu IRm2 dan IRm5 dengan diameter hambatan tidak melebihi ambang batas resistensi yaitu ≤ 1 mm, sedangkan 3 isolat termasuk bakteri yang sensitif pada konsentrasi 150 ppm yaitu IRm1, IRm3, dan IRm4 dengan diameter hambatan > 1 mm. Hasil karakterisasi menunjukkan 4 isolat tergolong genus *Bacillus* yaitu IRm1, IRm2, IRm3, dan IRm4 dan 1 isolat tergolong genus *Pseudomonas* yaitu IRm5.

Kata kunci : Merkuri, Bakteri resisten, Uji Resistensi, Gen Mer, Pantai Losari

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan industri di daerah Makassar dan sekitarnya saat ini cukup pesat. Peningkatan jumlah industri ini akan selalu diikuti oleh pertambahan jumlah limbah, baik berupa limbah padat, cair, maupun gas. Limbah tersebut mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya (B3) dan masuk ke Pantai Losari melalui aliran sungai yang bermuara ke perairan ini dan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan merupakan masalah yang sangat serius dan harus segera mungkin ditangani. Salah satu yang menjadi pusat perhatian masyarakat luas saat ini adalah pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat, karena dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan, baik pada manusia, hewan, tanaman maupun lingkungan (Widowati, *et al.*, 2008).

Merkuri (Hg) merupakan salah satu unsur logam berat yang paling berbahaya dan beracun yang dapat membahayakan bagi kehidupan baik itu bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Dampak yang timbul dari akibat kontaminasi merkuri bisa menyebabkan kematian (Lasut, 2011).

Sumber pencemaran merkuri dapat disebabkan oleh proses geologi dan biologi. Senyawa merkuri yang terdapat pada batu dan tanah dikikis oleh hujan dan angin. Meskipun demikian, hal ini tidak sebanding dengan pencemaran merkuri yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti pembakaran batubara, beberapa jenis produk minyak bumi, penggunaan fungisida merkuri, katalisator

merkuri dan penambangan emas yang menggunakan merkuri untuk ekstraksi partikel emas (Nofiani dan Gusrizal, 2004).

Di Sulawesi Selatan khususnya kota Makassar, penggunaan merkuri oleh para pengrajin emas di kawasan Pantai Losari sebagai salah satu sumber meningkatnya pencemaran merkuri. Penggunaan merkuri pada emas, terutama pada saat dimasak untuk memudahkan proses pembentukan emas. Kemudian limbah merkuri hasil pengolahan emas tersebut langsung dibuang melalui gorong-gorong, dan mengalir ke Pantai Losari, sehingga kadar merkuri bercampur dengan air laut. Jejeran toko emas saat ini berlokasi bersebelahan dengan Pantai Losari sudah memasuki tahap yang mengkhawatirkan, khususnya warga yang berdomisili di sekitar pantai dan mengkonsumsi ikan yang ditangkap (Republika, 2008).

Pelepasan logam berat ke lingkungan dapat membahayakan ekosistem dan menyebabkan bahaya serius pada kesehatan manusia. Merkuri merupakan salah satu logam berat yang paling berbahaya dan berada di lingkungan dalam berbagai bentuk. Senyawa merkuri dalam bentuk Hg(II) dapat terikat pada residu sistein protein manusia sehingga protein akan kehilangan aktivitasnya. Selain Hg(II), senyawa merkuri yang paling berbahaya bagi kesehatan manusia adalah senyawa merkuri organik, khususnya metil merkuri dan fenil merkuri. Senyawa ini sangat reaktif dan mempunyai mobilitas tinggi dibandingkan Hg(0) dan Hg(II), juga dapat menyerang saraf manusia melalui peredaran darah (Rasmussen *et al.*, 2008).

Pada dasarnya logam berat seperti merkuri dapat disisihkan dengan berbagai metode, yaitu fisika, kimia, dan biologi. Metode penyisihan yang paling banyak diaplikasikan selama ini adalah metode kimia dan fisika, namun seiring dengan perkembangan bioteknologi pengolahan limbah, pencemaran logam berat dapat diatasi dengan cara biologi dengan memanfaatkan jasad hidup, terutama mikroorganisme (Fahrudin, 2010).

Salah satu usaha untuk detoksifikasi merkuri dapat menggunakan mikroorganisme resisten merkuri, misalnya bakteri resisten merkuri. Detoksifikasi merkuri oleh bakteri ini terjadi karena memiliki gen *mer operon* untuk bertahan pada lingkungan yang mengandung merkuri (Silver and Phung 1998). Bakteri ini dapat mengubah Hg²⁺ menjadi Hg⁰ *inert* dan *volatile*, dan dapat ditemukan pada bakteri gram positif maupun gram negatif (Fahrudin, 2010).

Beberapa penelitian telah mengungkap bahwa mikroorganisme pada daerah tercemar merkuri berperan utama dalam detoksifikasi merkuri dan merupakan sumber isolat bakteri resisten merkuri. Oleh karena itu maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapat isolat bakteri resisten merkuri yang berasal dari pantai Losari Makassar.

2. METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil adalah sedimen pada saluran pembuangan di daerah pantai Losari, dengan pertimbangan bahwa sedimen tersebut memiliki kandungan merkuri yang tinggi akibat limbah merkuri dari pengrajin emas yang letaknya dekat dari pantai Losari. Sampel yang diambil dimasukkan ke dalam botol yang

telah disterilkan, kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox* dan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

Isolasi Bakteri Resisten Merkuri

Bakteri diisolasi melalui teknik kultur diperkaya, dimana sampel ditimbang sebanyak 1 gr dan diencerkan dengan aquades steril dari 10^{-1} – 10^{-6} kemudian sampel pengenceran diambil 1 mL selanjutnya ditumbuhkan pada media *Nutrient Broth* (NB) yang ditambah 10 ppm metil merkuri (CH_3Hg) dan diinkubasi di atas shaker selama 72 jam. Setelah terjadi pertumbuhan pada media kultur, selanjutnya bakteri diisolasi kembali dengan teknik pengenceran bertingkat dengan cara kultur bakteri diencerkan menggunakan aquades steril dari 10^{-1} – 10^{-3} kemudian kultur hasil pengenceran diambil sebanyak 1 mL dan diinokulasikan ke dalam cawan petri, kemudian media *Nutrient Agar* (NA) yang telah ditambah dengan CH_3Hg 10 ppm dituang ke dalam cawan petri yang berisi kultur bakteri. Kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 72 jam. Koloni bakteri yang tumbuh merupakan bakteri yang resisten terhadap merkuri.

Tahap Pemurnian Bakteri

Tahap pemurnian dimulai dengan memilih koloni-koloni yang berbeda dengan menggunakan jarum ose bulat, kemudian diinokulasikan pada permukaan medium NA (*Nutrient Agar*) yang ditambah dengan 10 ppm CH_3Hg dengan metode gores. Kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu 37 °C selama \pm 72 jam. Tahapan pemurnian dapat dilakukan 2-3 kali, untuk lebih meyakinkan bahwa koloni yang terbentuk benar-benar murni. Selanjutnya setiap koloni yang terbentuk setelah pemurnian, kemudian diinokulasi pada medium NA miring yang ditambah dengan 10 ppm CH_3Hg untuk persiapan pengujian selanjutnya.

Uji kemampuan tumbuh Isolat Bakteri Pada Beberapa Konsentrasi Merkuri

a. Pembuatan Larutan Uji

Sebanyak 0,006 gr CH_3Hg ditimbang dan dilarutkan dalam 100 mL aquades, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 60 ppm. Selanjutnya dibuat larutan uji dengan konsentrasi CH_3Hg 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 dan 150 ppm.

b. Penyiapan Suspensi Bakteri

Pembuatan suspensi bakteri dilakukan dengan cara mengambil 3-4 ose isolat bakteri dari stok kemudian ditumbuhkan pada medium NB (*Nutrient Broth*) yang ditambah 10 ppm CH_3Hg kemudian diinkubasi di atas shaker selama 72 jam.

c. Pengujian Resistensi Isolat Bakteri Pada Beberapa Konsentrasi Merkuri

Pengujian resistensi isolat bakteri pada beberapa konsentrasi merkuri dilakukan dengan metode difusi agar, dengan cara mengambil sebanyak 0,5 mL suspensi bakteri dan diinokulasikan pada media *Nutrient Agar* lalu dihomogenkan supaya suspensi bakteri dan media tercampur secara merata, kemudian dituang ke dalam cawan petri dan didiamkan sampai memadat. Selanjutnya *paper disc* direndam selama 15 menit dalam larutan uji yang telah dibuat dengan konsentrasi

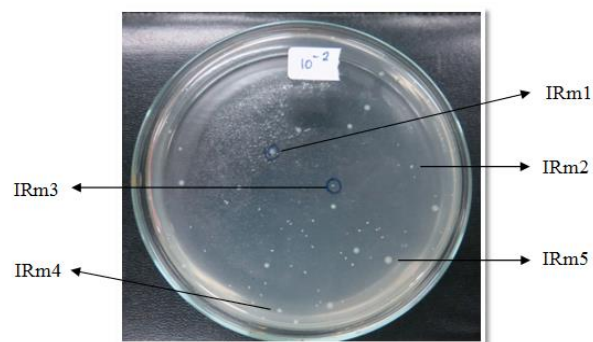
yang berbeda, kemudian diletakkan di atas media menggunakan pinset dengan jarak 2 cm antara *paper disc*. Kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengukuran diameter hambatan yang terbentuk di sekitar *paper disc* dengan menggunakan jangka sorong (Dutka da Bitton, 1989). Zona hambat yang diukur adalah jarak dari tepi zona hingga tepi zona lainnya. Apabila ukuran zona hambat yang terbentuk > 1 mm maka bakteri tersebut tergolong bakteri sensitif, sebaliknya bila ukuran zona hambat ≤ 1 mm tergolong bakteri yang resisten (Burnley, 2000).

Pengamatan Morfologi

Pada pengamatan morfologi setiap koloni tunggal yang terbentuk setelah pemurnian kemudian diamati. Pengamatan yang dilakukan meliputi bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni, permukaan koloni, serta morfologi sel dan sifat gram bakteri serta adanya endospora yang dilakukan untuk mengelompokkan isolat yang diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri resisten merkuri diisolasi dari sampel tanah yang terkontaminasi limbah merkuri di kawasan pantai losari. Isolasi bakteri dilakukan melalui teknik kultur diperkaya dengan menggunakan media *Nutrient Broth* (NB) yang ditambah 10 ppm metal merkuri (CH₃Hg) dan diinkubasi selama 72 jam. Setelah terjadi pertumbuhan pada media kultur, selanjutnya bakteri diisolasi kembali dengan teknik pengenceran bertingkat dari 10⁻¹ – 10⁻³ dengan metode tuang menggunakan media *Nutrient Agar* (NA) yang ditambahkan 10 ppm metil merkuri dan diinkubasi selama 72 jam. Setelah diinkubasi diperoleh koloni bakteri yang tumbuh pada media *Nutrient Agar* (NA) seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Koloni bakteri yang mampu tumbuh pada media mengandung merkuri

Uji kemampuan tumbuh Isolat Bakteri Pada Beberapa Konsentrasi Merkuri

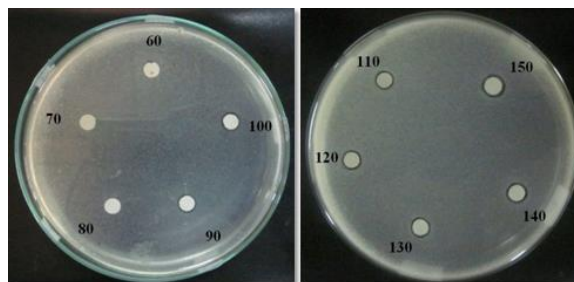
Untuk mengetahui kemampuan tumbuh isolat bakteri terhadap logam berat merkuri, maka dilakukan uji resistensi isolat bakteri pada beberapa konsentrasi merkuri yaitu 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, dan 150 ppm. Uji resistensi ini dilakukan dengan metode difusi agar. Tingkat resistensi isolat bakteri terhadap merkuri diperoleh dengan mengukur diameter hambatan di sekitar *paper disc*

yang mengandung merkuri. Hasil pengukuran diameter hambatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter hambatan (mm) pada uji kemampuan tumbuh bakteri resisten merkuri

Kode Isolat	Konsentrasi Metil Merkuri (CH ₃ Hg) (ppm)									
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
IRm1	0	0	0	0	0	0	0.3	0.5	0.9	1.2
IRm2	0	0	0	0	0	0.3	0.5	0.5	0.6	0.9
IRm3	0	0	0	0	0.2	0.6	0.8	1.2	1.4	1.4
IRm4	0	0	0	0.1	0.4	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6
IRm5	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.7

Hasil pengukuran diameter hambatan beberapa konsentrasi merkuri pada uji kemampuan tumbuh isolat bakteri menunjukkan isolat IRm1 dapat tumbuh sampai konsentrasi 110 ppm yang ditandai dengan tidak adanya diameter hambatan disekitar *paper disc*. Namun pada konsentrasi 120 sampai 150 ppm pertumbuhan bakteri mulai terhambat dengan adanya diameter hambatan disekitar *Paper disc*, dan pada konsentrasi 150 ppm luas diameter hambatan yang terbentuk telah melewati ambang batas resistensi yaitu ≤ 1 mm. Uji kemampuan tumbuh untuk isolat IRm2 dan IRm5, menunjukkan bakteri dapat tumbuh sampai konsentrasi 100 ppm, karena pada konsentrasi 110 sampai 150 ppm pertumbuhan bakteri mulai terhambat, akan tetapi luas diameter hambatan yang dibentuk oleh setiap konsentrasi merkuri pada kedua isolat ini tidak melewati ambang batas resistensi. Untuk uji kemampuan tumbuh isolat IRm3 menunjukkan bakteri dapat tumbuh sampai konsentrasi 90 ppm, karena pada konsentrasi 100 sampai 150 ppm pertumbuhan bakteri mulai terhambat, dan pada konsentrasi 130 ppm luas diameter hambatan yang terbentuk telah melewati ambang batas resistensi. Sedangkan untuk uji kemampuan tumbuh isolat IRm4 menunjukkan pertumbuhan bakteri hanya sampai pada konsentrasi 80 ppm, pada konsentrasi 90 sampai 150 ppm pertumbuhan bakteri mulai terhambat, dan diameter hambatannya telah melewati ambang resistensi pada konsentrasi 130 ppm. Hasil uji kemampuan tumbuh isolat IRm4 dengan metode difusi agar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Uji resistensi isolat IRm4 pada beberapa konsentrasi merkuri

Berdasarkan hasil uji kemampuan tumbuh untuk kelima isolat dengan melihat hasil pengukuran diameter hambatan dari setiap konsentrasi merkuri (Tabel 3), maka dapat dikatakan bahwa isolat IRm2 dan IRm5 termasuk bakteri yang resisten, karena pada konsentrasi 150 ppm luas diameter hambatan yang terbentuk tidak melebihi nilai ambang resistensi yaitu ≤ 1 mm, sementara 3 isolat

yang lainnya yaitu IRm1, IRm3, dan IRm4 termasuk bakteri yang sensitif karena pada konsentrasi 150 ppm luas diameter hambatan yang terbentuk > 1 mm. Menurut Burnley (2000), suatu bakteri dikatakan resisten terhadap logam berat khususnya merkuri jika diuji kemampuan tumbuhnya dengan metode difusi agar dan terbentuk zona hambatan sebesar ≤ 1 mm, maka bakteri tersebut dapat digolongkan bakteri resisten merkuri (BRM).

Hasil pengukuran diameter hambatan dari setiap konsentrasi merkuri pada kelima isolat bakteri memiliki luas yang berbeda, semakin tinggi konsentrasi merkuri maka semakin luas diameter hambatan yang akan terbentuk, hal ini dikarenakan setiap bakteri memiliki mekanisme respon yang berbeda terhadap logam berat merkuri. Menurut Smith *et al.*, (1998), ada tiga mekanisme respon bakteri terhadap stres merkuri. Pertama, menghambat metabolisme sel sehingga pertumbuhan sel akan terhambat atau mati. Kedua, menginduksi sistem operon resisten merkuri untuk bekerja sehingga sel tetap hidup akan tetapi dalam kondisi stress. Ketiga, adanya plasmid yang mengandung gen resisten merkuri yang masuk ke dalam sel.

Bakteri yang resisten terhadap merkuri mempunyai suatu mekanisme untuk mengatasi cekaman merkuri dengan adanya gen resisten merkuri yang disebut gen *mer-operon* yang terdiri dari gen metaregulator (*merR*), gen transpor merkuri (*merT*, *merP*, *merC*), gen merkuri reduktase (*merA*) dan gen organomerkuri liase (*merB*) (Chien, *et al.*, 2010). Gen *merB* akan mengkatalisis pemutusan ikatan Me-Hg menghasilkan senyawa organik dan ion Hg^{2+} , ion Hg^{2+} akan terikat pada *merC* atau *merT*. Sedangkan Hg^{2+} di luar lingkungan bakteri akan masuk ke periplasma dengan pasangan residu sistein *merP*. Kemudian *merP* mentransfer Hg^{2+} ke residu sistein *merT* atau *merC*. Selanjutnya ion Hg^{2+} menyeberang membran sitoplasma melalui proses reaksi pertukaran ligan menuju NADPH yang bergantung pada merkuri reduktase (gen *merA*). Merkuri reduktase memberikan 2 elektronnya kepada NADPH sehingga Hg^{2+} berubah menjadi Hg^0 yang bersifat volatil tanpa menghasilkan energi untuk bakteri tersebut, selanjutnya Hg^0 dikeluarkan dari sel (Brown, *et al.*, 2002).

Selain dengan adanya gen *mer-Operon*, kemampuan bakteri untuk mereduksi logam berat juga dipengaruhi oleh jenis bakteri. Bakteri gram negatif mengikat kurang lebih sepersepuluh dari jumlah logam berat yang terikat pada bakteri gram positif (Hughes dan Poole, 1989). Bakteri Gram negatif menunjukkan toleransi terhadap logam yang lebih besar dibandingkan Gram positif karena memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks yang mampu mengikat dan mengimobilisasi ion logam termasuk Hg^{2+} . Ahmad *et al.*, (2005), mengemukakan bahwa kemampuan bakteri menghasilkan polisakarida ekstraseluler dapat melindungi sel dari pengaruh toksik logam berat.

Pengelompokan Isolat Bakteri Resistan Merkuri

Berdasarkan hasil isolasi bakteri resisten merkuri didapatkan 5 isolat yang kemudian diidentifikasi dengan melihat karakteristiknya secara makroskopik, mikroskopik, dan uji biokimia dengan mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th*. Hasil pengujian dari beberapa karakter bakteri tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan genus dari isolat

bakteri yang diperoleh. Berdasarkan hasil identifikasi 4 isolat memiliki kecenderungan tergolong genus *Bacillus* (IRm1, IRm2, IRm3, dan IRm4) dan 1 isolat memiliki kecenderungan tergolong genus *Pseudomonas*.

4. KESIMPULAN

1. Hasil isolasi bakteri resisten merkuri dari kawasan pantai Losari Makassar diperoleh lima isolat dan diberi kode IRm1, IRm2, IRm3, IRm4, dan IRm5.
2. Hasil uji resistensi isolat bakteri pada beberapa konsentrasi merkuri memperlihatkan kemampuan resistensi yang berbeda, dua isolat termasuk bakteri resisten pada konsentrasi 150 ppm yaitu IRm2 dan IRm5 dengan diameter hambatan tidak melebihi ambang batas resistensi yaitu ≤ 1 mm, sedangkan tiga isolat termasuk bakteri yang sensitif pada konsentrasi 150 ppm yaitu IRm1, IRm3, dan IRm4 dengan diameter hambatan > 1 mm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, I., Hayat S., Ahmad A., Inam A., and Samiullah, 2005. Effect of Heavy Metal on Survival of Certain Groups of Indigenous Soil Microbial Population. *J Appl Sci Environ Mgt* 9:115-121.
- [2] Brown, N., Y. Shih, C. Leang, K. Glendinning, J. Hobman, and J. Wilson, 2002. Mercury Transport and Resistance. *Biometals*, International Biometals Symposium.
- [3] Burnley, L. E., 2000. Heavy Metal Resistance in the Genus *Gluconobacter*. Thesis, Master of Science in Biology, Faculty of Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA. 81 pp.
- [4] Dutka, B. J., and G. Bitton, 1989. Toxicity Testing Using Microorganisms. Vol. II. CRC Press., Inc. Boca Raton, Florida.
- [5] Fahrudin, 2010. *Bioteknologi Lingkungan*. Alfabeta, Bandung.
- [6] Hughes, M. N., and R. K. Poole, 1989. *Metals and Microorganism*. Chapman and Hall, New York: 253-339.
- [7] Nofiani, R., dan Gusrizal., 2004. Bakteri Resistensi Merkuri Spektrum Sempit dari Daerah Bekas Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Mandor, Kalimantan Barat. *Jurnal Natur Indonesia*. 6(2): 67-74. Jurusan Kimia, FMIPA (Persiapan), Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [8] Rasmussen, L. D., C. Zawadsky, S. J. Binnerup, G. Oregaard, S. J. Sorensen, and N. Kroer, 2008. Cultivation of Hard-To-Culture Subsurface Mercury-Resistant Bacteria and Discovery of New merA Gene Sequences. Department of Environmental Chemistry and Microbiology, National Environmental Research Institute, University of Aarhus, Frederiksborgvej 399, 4000

Roskilde, Denmark, Institute of Biology, University of Copenhagen, Solvgade 83H, 1307 Copenhagen K, Denmark. *App. Environ. Microbiol.* p.3795-3803, vol. 74, No.12.

- [9]Republika, 2008. Pantai Losari Makassar Tercemar Merkuri. <http://www.repubika.co.id>. Diakses pada tanggal 19 Desember 2004.
- [10]Silver, and Phung, 1998. Bacterial Heavy Metal Resistance : New Suprises. *Rev Microbiol.*
- [11]Smith, E., Wolters, A. and Elsas, J. D. V. 1998. Self-transmissible mercury esistance plamids with gene mobilizing capacity in soil bacterial populations: influence of wheat roots and mercury addition. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 1210 - 1219.
- [12]Widowati, W., A. Sastiono, dan R. Jusuf. R., 2008. Efek toksik logam “Pencegahan dan penanggulangan pencemaran”. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Potensi Mikroba Antagonis Lokal untuk Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill) secara In Vitro

Hilda Karim¹, Syamsiah², Nani Kurnia³

^{1,2,3} Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

E-mail: hildaKarim@yahoo.com

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jln. A.P Pettarani Makassar 9022

ABSTRAK

Penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum f.sp.Lycopersicum*, cendawan ini menyerang tanaman mulai dari perakaran sampai titik tumbuh. Tujuan penelitian ini adalah 1). Mendapatkan isolat penyebab penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat, 2). Mendapatkan isolat cendawan yang berasosiasi dengan rhizosfer tanaman tomat secara In Vitro, 3). Mendapatkan isolat cendawan antagonis dari rhizosfer tanaman tomat melalui uji efektifitas secara In Vitro. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Negri Makassar. Seleksi cendawan hasil isolasi dilakukan melalui uji antagonis dengan dual kultur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, karakter morfologi secara makroskopis dan mikroskopis menunjukkan bahwa cendawan yang diisolasi dari rizosfer tanaman tomat yang sakit adalah cendawan *F.o f.sp.Lycopersicum*. Terdapat 12 isolat cendawan yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan cendawan *F.o f.sp.Lycopersicum*. Isolat antagonis terbaik menghambat pertumbuhan *F.o f.sp.Lycopersicum* secara In Vitro yaitu cendawan *Aspergillus sp*, *Gliocladium sp* dan *Rhizopus sp* dengan presentasi penghambatan masing masing sebesar 85,86%, 74,65% dan 65,51%.

Kata kunci : cendawan *Fusarium oxysporum f.sp.Lycopersicum*, cendawan antagonis dan tanaman Tomat

1. PENDAHULUAN

Budidaya tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dikalangan petani pada umumnya mengalami kendala yang dapat menyebabkan tingkat produksi tanaman tomat rendah secara kuantitas dan kualitas. Kendala-kendala tersebut antara lain disebabkan oleh infeksi patogen penyebab penyakit layu yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*.

Penyakit layu fusarium merupakan salah satu penyakit yang paling ditakuti oleh petani hortikultura karena berpotensi menimbulkan kerugian besar bahkan tidak jarang penyakit ini menjadi penyebab kegagalan budidaya. Penyakit ini menyerang tanaman mulai dari perakaran sampai titik tumbuh. Gejala utama dari penyakit ini adalah tulang – tulang daun menjadi pucat, terutama daun-daun sebelah atas, kemudian diikuti dengan merunduknya tangkai daun, dan akhirnya tanaman menjadi layu secara keseluruhan (semangun. H., 2007). Selanjutnya dikatakan bahwa, pada tanaman yang masih sangat muda terserang penyakit layu dapat menyebabkan matinya tanaman secara mendadak. Sedangkan pada tanaman dewasa yang terinfeksi dapat bertahan hingga membentuk buah tetapi produksinya sangat sedikit dan buahnya pun kecil-kecil.

Penggunaan fungisida, dan bahan kimia sintetis lainnya oleh para petani tomat selama ini tidak efektif untuk mengendalikan penyakit layu yang disebabkan oleh cendawan patogen. Banyak masalah yang merugikan bagi kehidupan manusia secara langsung diantaranya menimbulkan residu yang melekat pada hasil tanaman yang akan mengganggu kesehatan manusia, pencemaran lingkungan serta membunuh organisme lainnya yang bukan sasaran. Pengendalian secara hayati sebagai salah satu alternatif untuk mengurangi dampak negatif penggunaan fungisida, yaitu dengan menggunakan mikroba yang bersifat antagonis terhadap cendawan patogen yang merupakan alternatif pengendalian yang tepat karena tidak berdampak negatif terhadap lingkungan (Loekas Soesanto, 2008).

Cendawan antagonis sebagai agen pengendali hayati patogen tanaman harus dilakukan pengujian keefektifannya dalam kondisi terbatas dan homogen, misalnya secara *in vitro* dalam cawan petri. Jika menunjukkan potensi antagonis dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan cendawan patogen, maka penelitian dapat dilanjutkan di lapangan sehingga dapat dikembangkan secara komersial. Mekanisme antagonis yang sering terjadi adalah parasit, antibiosis, lisis, dan kompetisi (Winarsih dan Syafrudin, 2001).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hilda Karim (2014), menunjukkan bahwa terdapat empat Isolat sendawan yang memiliki kemampuan terbaik menghambat pertumbuhan *F. Oxysporum* f.sp *passiflorae* pada tanaman Markisa ungu dan Markisa manis (*Passiflora* spp) secara *in vitro* yaitu *Trichoderma* sp (86,11%) , *Gliocladium* sp, (72,43%), *Aspergillus* sp (75,74%), *Rhizopus* sp (82,82%). Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Baharuddin *et.al* (2008)..menunjukkan bahwa, Cendawan *Gliocladium* sp, mampu menghambat *F.Oxysporum* f.sp *vanillae* pada tanaman Vanili (*Vanilla planifolia* Andrew) pada uji *in – vitro* sebesar 66,12%.

Pengendalian penyakit layu fusarium diperlukan untuk tindakan eksplorasi. Ekplorasi merupakan langkah awal sebelum melakukan pengembangan agensia hayati yaitu : skrining cendawan antagonis yang berasosiasi pada perakaran tanaman tomat, menguji efektivitas isolat antagonis yang diperoleh dalam menekan penyakit layu fusarium. Berdasarkan hal diatas maka perlu diadakan penelitian dengan memformulasikan cendawan antagonis non patogenik untuk pengendalian penyakit layu Fusarium pada tanaman tomat.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Isolasi Cendawan.

2.1.1. Isolasi dan Identifikasi Cendawan *F.o. f.sp licopersicum*.

Pengambilan sampel tanah dari beberapa areal pertanaman tomat yang menunjukkan gejala layu di kota Makassar. Tanah yang terserang penyakit layu diambil di sekitar perakaran tanaman, kemudian dimasukkan ke dalam kantong kertas, lalu disimpan di dalam kulkas sebelum diproses untuk isolasi cendawan *F.o f.sp passiflorae*. Isolasi dari tanah dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran (*dilution method*). Hasil isolasi selanjutnya dimurnikan dan dikulturkan pada media PDA. selanjutnya diperbanyak pada media miring.

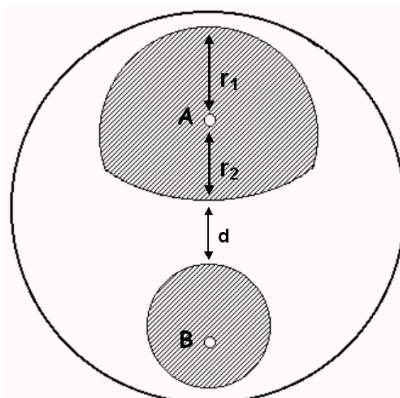
2.1.2. Isolasi dan Pemurnian Cendawan Antagonis dari Rizosfer Tomat.

Cendawan antagonis diisolasi dari daerah perakaran tanaman tomat yang sehat. Isolasi dilakukan dengan cara mengambil 0,5 ml semua sampel yang telah diencerkan, lalu ditetaskan di atas media PDA yang ada dalam cawan petri, kemudian diinkubasi selama tiga hari. Setelah tiga hari, diamati jenis cendawan yang tumbuh.

Cendawan yang tumbuh pada media PDA dimurnikan sebanyak lima kali. Pemurnian dilakukan dengan cara mengambil semua jenis cendawan yang tumbuh dan dipisahkan lalu masing-masing ditumbuhkan pada media yang berbeda. Pemurnian cendawan dilakukan dengan mengambil isolat yang telah tumbuh lalu ditanam ke dalam media PDA lalu diinkubasi selama tiga hari.

2.1.3. Seleksi Mikroba antagonis dari Rizosfer Tomat (Uji *In vitro*).

Seleksi cendawan hasil isolasi dilakukan melalui uji antagonis dengan dual kultur. Tiap isolat ditumbuhkan pada media biakan berhadapan dengan isolat patogen *F.o. f.sp lycopersicum*, lalu diukur diameter koloninya tiap dua hari. Pengamatan dihentikan jika koloni pada kontrol (tanpa mikroba) mencapai pertumbuhan maksimal. Peletakan cendawan patogen dan antagonis dengan cara *dual culture* yang telah dikembangkan oleh Fokkema (1973) seperti tertera pada gambar 2.



Keterangan :

- B = Isolat antagonis
- A = Cendawan *Fusarium*
- P = Jarak penghambatan antagonis (cm)

Gambar 2 : Skema pengukuran pertumbuhan koloni cendawan *Fusarium* dapat dilihat pada gambar.

Pengamatan zona hambatan dilakukan setiap hari sampai pertumbuhan patogen pada zona yang tidak ada antagonis menyentuh tepi cawan petri. Zona ini ditetapkan sebagai zona kontrol (R_1). Cara pengamatan dilakukan dengan mengukur jari-jari pada zona hambatan (R_2) dan jari-jari pada zona control (R_1). Persentasi penghambatan antagonis berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Soesanto (2008) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$$

Dimana R_1 : diameter koloni fusarium pada perlakuan

R_2 : diameter koloni cendawan pada kontrol

Dari hasil uji antagonis *in-vitro*, akan diperoleh isolat-isolat antagonis yang potensial dalam menghambat pertumbuhan *F.o.f.sp. lycopersicum*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

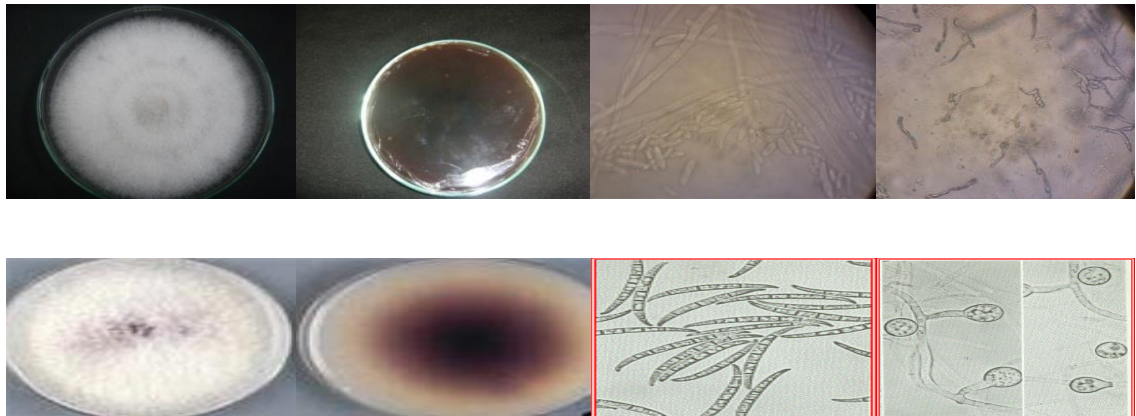
3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Isolasi dan Identifikasi Cendawan Patogen

Hasil isolasi cendawan patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. (*Fol*) dari tanaman tomat yang sakit ditumbuhkan pada media PDA lalu dibuat biakan murninya.. Morfologi cendawan *Fol* secara makroskopik dan mikroskopik dari hasil pengamatan dan literatur dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.

Berdasarkan karakteristik morfologi, pertumbuhan *Fol* memiliki koloni menyebar kesegala arah, pada awal pertumbuhan di medium PDA koloni permukaan atas berwarna putih sampai keunguan sedangkan pada permukaan bawah koloni berwarna ungu pekat. Pertumbuhan koloni menyebar kesamping secara teratur miselia berbulu seperti kapas dan hifa bersepta.

Cendawan *Fol* memiliki 3 macam alat reproduksi yaitu makrokonidia, mikrokonidia dan kladospora. Ketiga spora ini memiliki ciri-ciri mikroskopis sebagai berikut: bentuk makrokonidia lurus atau bengkok seperti sabit bersekat 3–4 sekat. Mikrokonidia berbentuk lonjong atau bulat, bersekat 0-2 sekat, sedangkan kladospora bersel satu, jorong atau bulat, terbentuk di tengah hifa. Ciri – ciri tersebut menunjukkan bahwa cendawan tersebut adalah *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.



Gambar 1. Morfologi *Fol* (A). Permukaan atas, (B). Permukaan bawah, (C). Gambar mikroskopis cendawan *Fol*. Gambar bagian bawah adalah referensi

(apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.2003.87.2.117 cals.ncsu.edu/course/pp728/Fusarium/Fusarium_oxysporum.htm)

3.1.2. Uji Daya hambat cendawan antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) secara *in vitro*

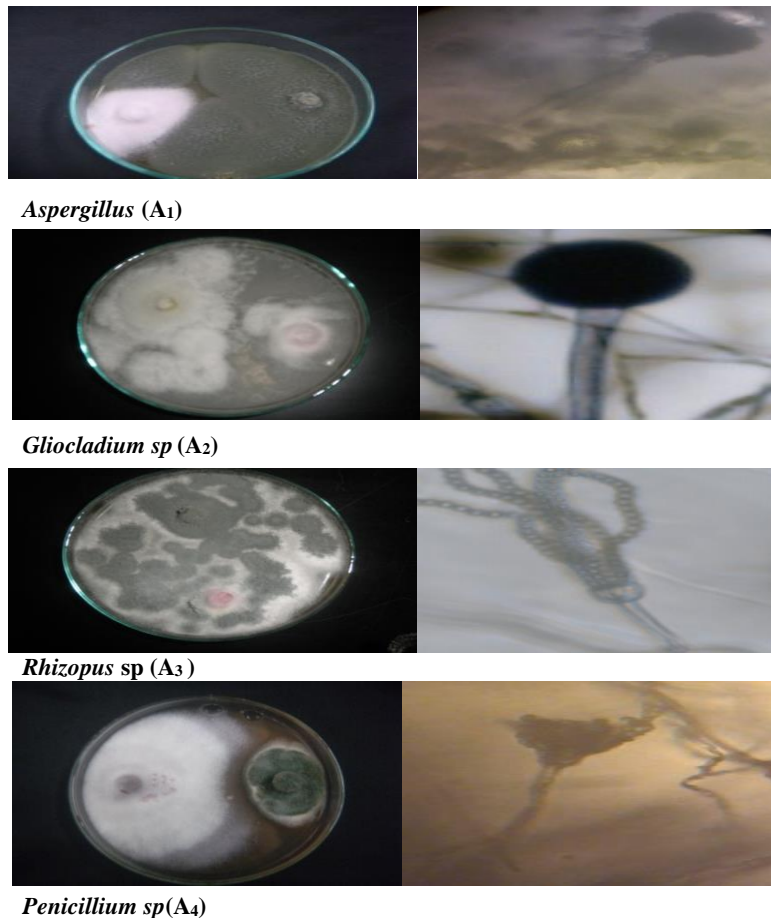
Tabel 1: persentase penghambatan pertumbuhan linier pathogen *Fol* oleh Cendawan dari risosfer tanaman tomat pada medium PDA secara *in vitro*.

Isolat	Pengamatan hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
A0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
A1	20.33 ^a	23.33 ^{abc}	25.00 ^{ab}	28.67 ^b	30.00 ^b	35.00 ^{bc}	38.00 ^{bc}
A2	16.67 ^a	19.33 ^{abc}	21.67 ^{ab}	27.67 ^b	32.67 ^{bc}	34.67 ^{bc}	40.33 ^{bcd}
A3	13.67 ^a	45.33 ^{cde}	53.67 ^{cdef}	59.33 ^c	64.33 ^d	68.67 ^{de}	74.33 ^e
A4	6.67 ^a	8.67 ^{ab}	10.33 ^a	11.67 ^{ab}	14.67 ^{ab}	15.33 ^{ab}	16.67 ^{ab}
A5	11.33 ^a	15.67 ^{abc}	18.33 ^{ab}	20.33 ^{ab}	23.33 ^{ab}	26.33 ^{ab}	28.67 ^{bc}
A6	13.67 ^a	17.67 ^{abc}	25.00 ^{ab}	27.33 ^b	34.67 ^{bc}	38.33 ^{bcd}	45.33 ^{cd}
A7	15.00 ^a	37.33 ^{bcd}	42.00 ^{bc}	58.67 ^c	66.67 ^d	74.00 ^e	77.67 ^a
A8	19.46 ^a	51.27 ^{def}	65.58 ^{cde}	73.04 ^c	74.02 ^d	74.22 ^e	74.65 ^e
A9	45.42 ^b	50.33 ^{def}	53.67 ^{cd}	57.48 ^c	59.71 ^{cd}	61.10 ^{cde}	65.51 ^{de}
A10	77.95 ^c	78.86 ^f	80.26 ^f	80.77 ^c	81.04 ^d	82.81 ^e	85.86 ^e
A11	62.93 ^{bc}	70.98 ^{ef}	71.00 ^{ef}	71.34 ^c	71.61 ^d	72.25 ^e	75.78 ^e
A12	73.00 ^c	76.62 ^c	78.34 ^{ef}	79.86 ^c	78.90 ^d	81.99 ^e	85.28 ^e

Keterangan: *Aspergillus* sp. (A1,A2,A3,A6,A7,A10,A11 dan A12); *Penicillium* sp. (A4,A5) ; *Gliocladium* sp. (A8) dan *Rhizopus* sp. (A9). Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha=0.05$).

Pada Tabel 1. terlihat bahwa hasil uji sidik ragam pada setiap hari pengamatan menunjukkan bahwa, semua perlakuan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Isolat cendawan dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Fol* namun, tingkat penghambatannya berbeda beda. Penghambatan pada hari pertama semua perlakuan tidak berbeda nyata dengan kontrol kecuali, pada perlakuan A9,A10,A11 dan A12, demikian halnya pada hari kedua sampai dengan hari ke tujuh.

Persentasi daya hambat tertinggi isolat cendawan dari tanaman tomat pada hari ke tujuh yaitu *Aspergillus* sp, *Gliocladium* sp. dan *Rhizopus* sp dengan tingkat penghambatan masing – masing sebesar 85,86%, 74,65% dan 65,51%. Semua isolat cendawan antagonis selanjutnya diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis untuk mengetahui spesiesnya. Daya hambat dan karakteristik morfologinya dari masing masing isolat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2 : Uji antagonis cendawan terhadap *Fol* secara *in vitro* (kiri).
Gambar mikroskopis cendawan antagonis (kanan).

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa isolat A₁ adalah cendawan *Aspergillus* sp berwarna hijau tua dengan karakteristik konidia yang berbentuk bulat hingga lonjong dan tumbuh diatas fialid. Konidiofornya tegak dan panjang, fialid terbentuk diseluruh permukaan vesikel. miselium teratur, pertumbuhan koloni rata dan tebal. Isolat A₂ merupakan cendawan *Gliocladium* sp. Berwarna hijau Cendawan ini membentuk koloni hijau merata, mempunyai konidiofor yang bersepta, dibagian atasnya tumbuh cabang – cabang penicillate yang membentuk struktur seperti sikat yang kompak, konidia satu sel, hialin, kehijauan atau berwarna terang jika dalam jumlah yang banyak. Sedangkan isolat A₃ merupakan cendawan *Rhizopus* sp .berwarna putih hifanya tumbuh tegak pada permukaan substrat dan memiliki sporangium globuler di bagian ujungnya. Sedangkan isolat A₄ dan A₅ merupakan cendawann *Penicillium* sp, berwarna abu abu dan hifanya hijau.

3.2 Pembahasan

1. Isolasi dan identifikasi cendawan patogen *Fol* dari rhizosfer tomat

Isolasi cendawan *Fusarium* dari sampel tanah berasal dari rhizosfer tanaman tomat dengan kondisi tanah yang berwarna coklat dan memiliki pH tanah 5,9. Menurut Agrios (1997), pH tanah yang rendah adalah salah satu faktor yang mendukung perkembangan cendawan *Fol*. Cendawan *Fol* kemudian

diisolasi menggunakan medium PDA dengan pH 6 sebab menurut Walker (1957) pertumbuhan *Fol* tersebut maksimum pada kisaran pH 5.58 – 6.85. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Moore (1972) yang menjelaskan bahwa derajat kemasaman (pH) optimum untuk sebagian besar cendawan adalah pada pH asam di bawah 7.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Fol* memiliki hifa bersepta, yaitu makrokonidia bersepta 3 berbentuk sabit dan mikrokonidia bersepta 1-2 berbentuk lonjong. Klamidospora tumbuh pada miselium. Frank dan Cook (1998) menjelaskan bahwa, hifa *Fusarium* bersepta, sangat halus, berdinding tipis dan dengan diameter sekitar 4 µm. *Fol* memiliki bentuk konidia khas yaitu berbentuk sabit. Ciri konidia tersebut telah dikemukakan oleh Sastrahidayat (1992) bahwa makrokonidium bentuknya lurus atau bengkok seperti sabit, tidak berwarna, kebanyakan bersekat dua atau tiga, mikrokonidium bentuknya lonjong atau bulat bersel satu dan tidak berwarna. Klamidospora bersel satu atau dua, berdinding tebal dan dihasilkan di dalam makrokonidium atau miselium yang telah tua. Klamidospora dihasilkan saat kondisi tidak sesuai bagi *Fol*, dengan ukuran yang bervariasi dari 7 - 11µm. Klamidospora berfungsi untuk mempertahankan kelangsungan hidup patogen didalam tanah hingga bertahun - tahun, disamping itu juga merupakan bentuk pertahanan terhadap mikroorganisme lain.

2. Uji Antagonis antara *Fol* dan Cendawan Antagonis secara *In vitro*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua cendawan antagonis yang diberikan mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan cendawan *Fol* secara *In vitro*, terhambatnya pertumbuhan rata – rata cendawan *Fol* bervariasi, hal ini menunjukkan bahwa pada tanaman tomat secara alami telah terbentuk senyawa pertahanan sebelum dan setelah infeksi patogen.

Cendawan *Aspergillus sp* memiliki penghambatan tertinggi untuk menghambat pertumbuhan cendawan *Fol* dengan persentase penghambatan masing masing 85,86%. Isolat *Gliocladium* memiliki penghambatan terbaik ke dua yaitu 74,65% dan isolat *Rhizopus sp* memiliki penghambatan terbaik ke tiga yaitu 65,51%. Sedangkan isolat *Penicillium* memiliki nilai penghambatan terendah.

Kriteria efektifitas menurut Otten *et al.*, (2004), jika penghambatan cendawan antagonis <30% dari permukaan cawan petri maka dikatakan tidak memiliki daya hambat terhadap cendawan patogen. Jika penghambatan lebih besar 30% dari permukaan cawan petri, maka cendawan antagonis hanya memiliki efek penghambat minimal namun jika penghambatan lebih dari 60% dari permukaan cawan petri, maka cendawan antagonis dikatakan mampu untuk menghambat pertumbuhan cendawan patogen. Berdasarkan kriteria tersebut maka genus *Aspergillus sp*, *Gliocladium sp*, *Rhizopus sp* yang dikategorikan mampu untuk menghambat pertumbuhan cendawan *Fol*, sedangkan isolat *Penicillium* memiliki daya hambat tidak mencapai 30% sehingga dikategorikan tidak memiliki kemampuan untuk menghambat cendawan *Fol*.

Seluruh isolat cendawan *Aspergillus* memiliki mekanisme penghambatan kompetisi. Mekanisme kompetisi adalah mekanisme penekanan pertumbuhan cendawan patogen, dalam hal ini cendawan antagonis lebih kompetitif dalam

memanfaatkan ruang tumbuh, nutrisi dan oksigen. Kemampuan berkompetisi ini terlihat terutama pada isolat A₁₀, A₁₂ dan A₁₁. Pada pengamatan selama 7 hari bentuk koloni *Fol* semakin mengecil sedangkan koloni isolat A₁₀, A₁₂ dan A₁₁ semakin melebar. Cendawan *Aspergillus sp* mempunyai laju pertumbuhan yang sangat cepat sehingga dapat mengungguli cendawan *Fol* dalam penguasaan ruang serta nutrisi dan akhirnya dapat menekan pertumbuhan *Fol*. Dimitrios *et al.* (2012) menjelaskan bahwa pada saat melakukan kompetisi diduga *Aspergillus sp.* menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang berguna untuk menghambat pertumbuhan patogen. Menurut Octriana (2011) kemampuan berkompetisi merupakan faktor penting dalam menentukan aktifitas cendawan antagonis. Kompetisi antar cendawan antagonis dengan cendawan patogen menyebabkan cendawan patogen tidak punya ruang untuk tempat hidupnya, sehingga pertumbuhan cendawan patogen terhambat.

Cendawan *Gliocladium sp* yang memiliki daya hambat tertinggi ke dua yaitu 74,65% setelah *Aspergillus sp.* *Gliocladium sp* merupakan cendawan tanah yang bersifat antagonis terhadap patogen tanaman, dapat menghasilkan gliotoksin yang dapat menghambat pertumbuhan cendawan pathogen (Cook dan Baker, 1983). Pada sisi lain *Gliocladium sp* merupakan cendawan yang memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat sehingga mampu mendominasi ruang disekelilingnya. Menurut Roseline (2000) bahwa, *Gliocladium sp* merupakan cendawan saprofitik yang dapat berperan sebagai agen antagonis yang efektif untuk mengendalikan patogen tanaman terutama patogen tanah.

Cendawan *Rhizopus sp*, memiliki presentase daya hambat ke tiga tertinggi setelah cendawan *Aspergillus sp* dan *Gliocladium sp*. Cendawan *Rhizopus sp* tumbuh sangat cepat, pada hari ke tiga terjadi peningkatan jumlah spora yang sangat cepat hingga menutupi area cawan petri. *Rhizopus sp* mempunyai mekanisme kerja kompetisi. Hasil penelitian Hepper (1999) menjelaskan bahwa, jumlah kepadatan spora pada cendawan sangat ditentukan oleh lamanya masa inkubasi, makin lama masa inkubasi jumlah spora makin banyak maka laju infeksi meningkat. Pada ketersediaan nutrisi yang tidak terbatas, makin lama masa inkubasi akan makin banyak jumlah hifa yang dihasilkan dan yang terbentuk lebih banyak, perkembangan lebih cepat dan infeksi ke pathogen juga semakin meningkat.

4.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan karakter morfologi secara makroskopis dan mikroskopis, tanaman yang diisolasi dari tanaman tomat adalah *F.O f.sp lycopersici*
2. Terdapat dua belas cendawan antagonis diperoleh melalui proses isolasi dari rizosfer tanaman tomat yang sehat.
3. Isolat cendawan antagonis yang mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan tertinggi terhadap *F.O f.sp lycopersici* terbaik yaitu, *Aspergillus sp*, *Gliocladium sp* dan *Rhizopus sp*

5.DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baharuddin, Masjkur.Z dan Hafid.N, 2008. *Uji Efektifitas Mikroorganisme Antagonis dalam Menekan Penyakit Busuk Batang Fusarium oxysporum f.sp Vanillae Pada Tanaman Vanili (Vanilla planifolia Andrew)* Jurusan Hama dan Penyakit. Universitas Hasanuddin.
- [2] Burgess, L.W.,B.A Summerell, S.Bullock, K.P.Gott, and D.Backhouse. 1994. *Laboratory Manual For Fusarium Reseach*, 3rd ed. University Of Sidney, Sydney.
- [3] Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Fourth Edition. St. Paul Minnesota, APS Press.
- [4] Hilda Karim, 2014. *Pemanfaatan Mikroba Antagonis Asal Rizosfer Tanaman Markisa (Passiflora spp) Sebagai Pengendali Hayati Penyakit Layu Fusarium*
- [5] Kuswinanti.T., Baharuddin., Rialid.H.,2008. *Penentuan Ras Isolat Fusarium Oxysporum, f.sp Cubenses. Melalui Uji Virulensi Pada Empat Varietas Pisang (Musa spp)*. Differensial. Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman. Unhas.
- [6] Leslie, J.T and Summerell, B., 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Black well Publising

POTENSI *Trichoderma* spp. SEBAGAI AGENS HAYATI DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN CENDAWAN *Ganoderma boninense*

Rachmawaty

FMIPA/Biologi/Universitas Negeri Makassar
Kampus Parang Tambung Jl. Dg. Tata Raya
rachmawaty.ferry@gmail.com

Abstrak

Salah satu permasalahan dalam budidaya kelapa sawit adalah adanya serangan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh cendawan *Ganoderma boninense*. Penyakit busuk pangkal batang (BPB) akibat *G. boninense* merupakan penyakit yang paling ditakutkan, dimana tingkat kematian tanaman akibat serangannya bisa mencapai 80% pada satu area. Dilaporkan penyakit BPB ini telah merusakkan perkebunan kelapa sawit di Malaysia sampai 45% dan merusakkan perkebunan kelapa sawit di Indonesia sampai 54%. Beberapa jamur atau cendawan mempunyai potensi sebagai agens hayati dari jamur patogenik diantaranya adalah *Trichoderma* spp. Jamur *Trichoderma* spp. digunakan sebagai jamur atau cendawan antagonis yang mampu menghambat perkembangan patogen melalui proses mikoparasitisme, antibiosis dan kompetisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Trichoderma* sp. sebagai agens hayati dalam menghambat pertumbuhan cendawan *Ganoderma boninense* secara *in vitro*. Uji kemampuan penghambatan pertumbuhan dilakukan secara kultur ganda (*dual culture*) dengan menumbuhkan masing-masing cendawan agens hayati dengan *Ganoderma boninense* dalam cawan petri berisi media PDA secara berhadapan dengan jarak 3 cm. Persentase hambatan, tipe interaksi dan mekanisme interaksi diamati pada 4 hari sesudah inokulasi. Hasil pengamatan persentase hambatan menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp memiliki daya hambat yang sangat baik yaitu 99% terhadap pertumbuhan *Ganoderma boninense*. Mekanisme antagonis *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense* adalah kompetisi dan parasitisme.

Kata Kunci: *Trichoderma* spp, Agens hayati, *Ganoderma boninense*

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini upaya pengendalian terhadap penyakit tanaman masih mengandalkan penggunaan pestisida sebagai upaya pengendalian utama. Kenyataan menunjukkan bahwa upaya pengendalian dengan menggunakan senyawa kimia bukan merupakan alternatif yang terbaik, karena sifat racun yang terdapat dalam senyawa tersebut dapat meracuni manusia, ternak piaraan, serangga penyerbuk, musuh alami, tanaman, serta lingkungan (Nurmasita dan Tenrirawe, 1998).

Penggunaan pestisida kimia yang tidak bijaksana akan menimbulkan ketahanan patogen terhadap pestisida sintetis, timbulnya resurgensi hama dan terendapnya residu pestisida yang dapat merusak struktur tanah (Sunarwati dan Yoza, 2010).

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dicari alternatif pengendalian penyakit tanaman yang efektif tanpa mengandalkan fungisida sintetis. Pengendalian hayati memberikan alternatif pengendalian yang dapat dilakukan tanpa memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan (Tindaon, 2008).

Penggunaan agen hayati bertujuan untuk mengurangi serangan penyakit dengan mengurangi jumlah inokulum patogen, menekan kemampuan patogen menginfeksi inangnya dan mengurangi keaktifan patogen tersebut dalam menyerang inangnya. Salah satu syarat suatu organisme bisa dikatakan sebagai agen hayati adalah mempunyai kemampuan antagonisme yaitu kemampuan menghambat perkembangan atau pertumbuhan organisme lainnya (Cook dan Baker, 1998).

Beberapa jamur atau cendawan mempunyai potensi sebagai agens hayati dari jamur patogenik diantaranya adalah *Trichoderma* spp. Jamur *Trichoderma* spp. digunakan sebagai jamur atau cendawan antagonis yang mampu menghambat perkembangan patogen melalui proses mikoparasitisme, antibiosis dan kompetisi (Zhihui *et al.*, 2008).

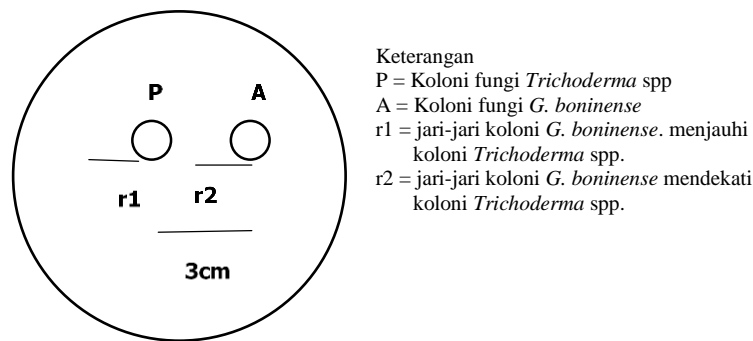
Salah satu permasalahan dalam budidaya kelapa sawit adalah adanya serangan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh cendawan *Ganoderma boninense*. Penyakit busuk pangkal batang (BPB) akibat *G. boninense* merupakan penyakit yang paling ditakutkan, dimana tingkat kematian tanaman akibat serangannya bisa mencapai 80% pada satu area. Dilaporkan penyakit BPB ini telah merusakkan perkebunan kelapa sawit di Malaysia sampai 45% (Bivi *et al.*, 2010) dan merusakkan perkebunan kelapa sawit di Indonesia sampai 54% (Susanto, 2009).

Gejala awal penyakit ini sulit dideteksi karena perkembangannya yang lambat dan dikarenakan gejala eksternal berbeda dengan gejala internal. Sangat mudah untuk mengidentifikasi gejala pada tanaman dewasa atau saat telah membentuk tubuh buah, konsekuensinya penyakit ini jadi lebih sulit dikendalikan. Gejala utama penyakit BPB adalah terhambatnya pertumbuhan, warna daun menjadi hijau pucat dan busuk pada batang tanaman. Pada tanaman belum menghasilkan, gejala awal ditandai dengan penguningan tanaman atau daun terbawah diikuti dengan nekrosis yang menyebar ke seluruh daun. Pada tanaman dewasa, semua pelepah menjadi pucat, semua daun dan pelepah mengering, daun tombak tidak membuka hingga menyebabkan kematian pada tanaman (Susanto, 2009).

Untuk itu perlu dilakukan uji kemampuan *Trichoderma* sp. sebagai agen hayati dalam mengendalikan pertumbuhan cendawan *Ganoderma boninense* secara *in vitro* sebelum dilakukan uji di lapang

2. METODE PENELITIAN

Pengujian antagonisme agen hayati (*Trichoderma* spp.) terhadap *Ganoderma boninense* dilakukan secara biakan ganda (*dual culture*) dengan menumbuhkan masing-masing fungi *Trichoderma* spp. dan *Ganoderma boninense* pada cawan petri yang berisi media PDA secara berhadapan dengan jarak 3 cm. Skema penempatan kedua isolat tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Skema penempatan fungi patogen dan agen hayati (Dharmaputra, 1999).

Persentase hambatan agen hayati *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense* diukur pada hari ke 3 setelah inokulasi dengan menggunakan rumus (Dharmaputra, 1999)

$$P (\%) = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100 \quad (1)$$

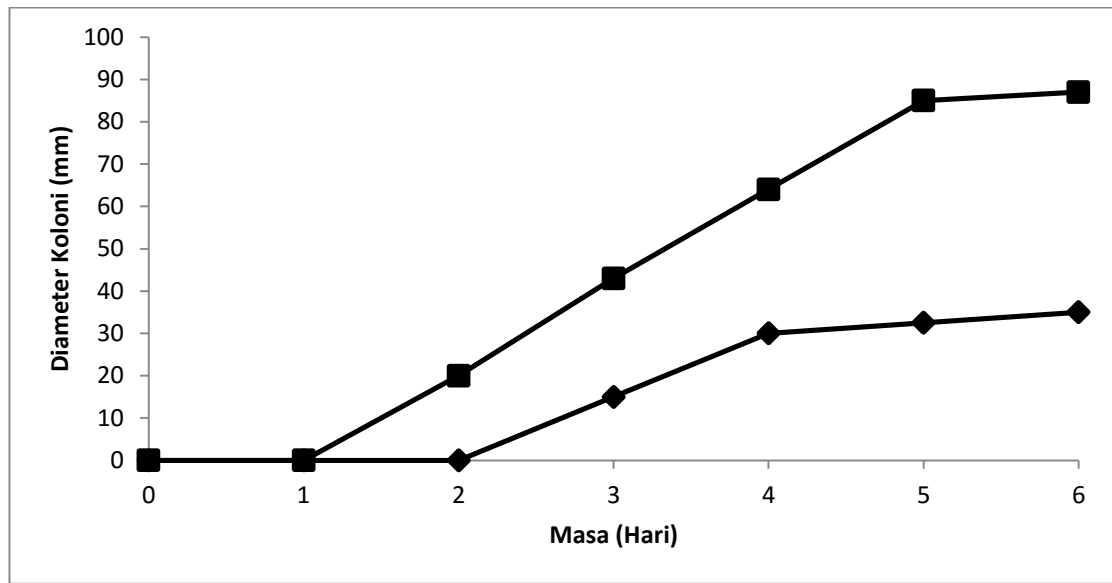
Di mana P adalah persentase hambatan (%), R1 adalah jari-jari koloni patogen *G. boninense* yang menjauhi koloni agen hayati (cm) dan R2 adalah jari-jari koloni patogen *G. boninense* yang mendekati koloni agen hayati (1)

Pengamatan tipe interaksi dan mekanisme antagonis dilakukan secara visual pada biakan ganda berumur 3 hari setelah inokulasi (hsi) dan preparat daerah kontak cendawan patogen dan agen hayati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

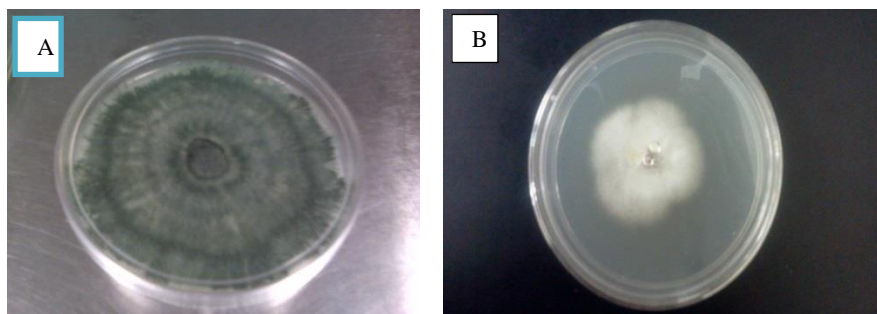
Trichoderma adalah genus fungi aseksual ditemukan di tanah pada semua zona klimaks. *Trichoderma* adalah penyerang sekunder oportunistik, fungi cepat tumbuh, penghasil spora yang kuat, dapat mendegradasi dinding sel dengan enzim (selulase, kitinase, glukonase) dan penghasil antibiotik yang penting. Beberapa strain dari genus ini adalah rizosfir yang kompeten dan mampu mendegradasi hidrokarbon, senyawa khlorophenolik, polisakarida dan pestisida xenobiotik yang digunakan dalam pertanian (Harman *et al.*, 2004). Mekanisme biokontrol yang utama dari *Trichoderma* yaitu konfrontasi langsung dengan fungi patogen melalui mycoparasitism (Vinale *et al.*, 2008).

Pertumbuhan koloni tunggal fungi patogen dan fungi agen hayati pada media PDA, memiliki kemampuan pertumbuhan yang berbeda. *Trichoderma* spp. menunjukkan kemampuan pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dari *G. boninense*. Gambar 2 menunjukkan grafik pertumbuhan *Trichoderma* setelah 6 hari pada media PDA. Sementara itu, *G. boninense* memerlukan waktu lebih lama untuk tumbuh pada media PDA, yaitu melebihi 10 hari atau lebih kurang 20 hari.



Gambar 2 Pertumbuhan koloni *Trichoderma* spp. dan *G. boninense* 6 hari setelah diinokulasi pada cawan petri (♦) *G. boninense* dan (■) *T. virens*

Penampakan pada diameter koloni setelah 6 hari koloni fungi (Gambar 2) menunjukkan *Trichoderma* spp. mempunyai diameter 87 mm atau telah bersentuhan dengan tepi cawan petri, sedangkan *G. boninense* belum bersentuhan dengan tepi cawan petri. Dapat dilihat pada gambar 3. Gambar 3A menunjukkan pertumbuhan *Trichoderma* spp. pada media PDA setelah 6 hari masa inkubasi, sementara gambar 3B pula menunjukkan pertumbuhan *G. boninense* pada media PDA setelah 6 hari masa inkubasi.

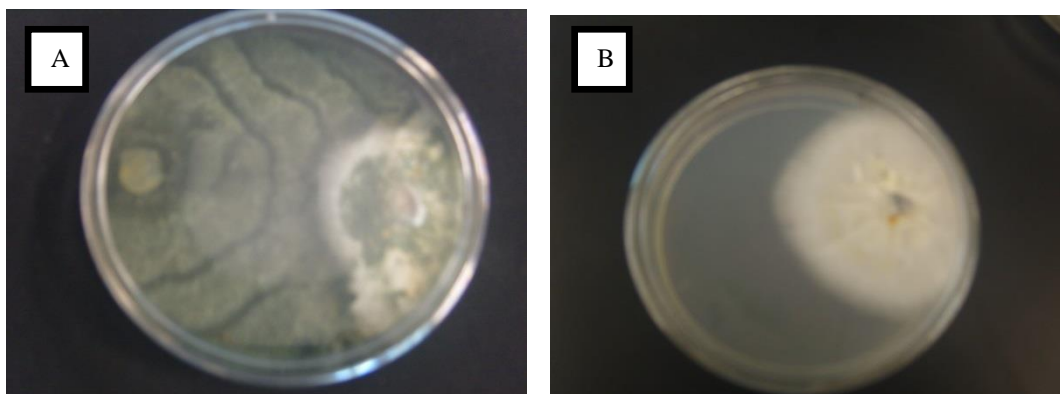


Gambar 3 Koloni (A) *Trichoderma* spp. dan (B) *G. boninense* setelah 6 hari masa inkubasi

Dengan laju pertumbuhan yang tinggi bagi *Trichoderma* spp. merupakan salah satu faktor yang menentukan potensinya sebagai agen hayati. Salah satu faktor penting yang menentukan aktivitas antagonistik mikroorganisma untuk menghambat patogen ialah mempunyai laju pertumbuhan yang tinggi untuk bersaing dengan patogen dalam mendapatkan makanan dan tempat pertumbuhan, dan seterusnya dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen (Howell, 2003).

3.1 Penghambatan *Trichoderma* spp terhadap *Ganoderma boninense*

Penghambatan *Trichoderma* spp. terhadap *G. boninense* dalam kultur ganda (*dual culture*) setelah 7 hari inkubasi pada suhu 28°C menunjukkan penghambatan melebihi 50% (kira-kira 100%), seperti ditunjukkan pada gambar 4 dan tabel 1. Gambar 4A menunjukkan pertumbuhan *Trichoderma* spp. dengan *G. boninense* setelah 7 hari masa inkubasi, koloni *Trichoderma* spp dapat tumbuh menutupi koloni daripada *G. boninense*, sementara gambar 4B adalah pertumbuhan koloni *G. boninense* setelah 7 hari masa inkubasi sebagai kontrol. Ini menunjukkan fungi ini mempunyai potensi untuk menghambat pertumbuhan *G.boninense*. Persentase ketahanan *Trichoderma* spp. yang amat tinggi terhadap *G.boninense* menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. dapat digunakan sebagai agen biokontrol dalam mengontrol pertumbuhan *G.boninense*. Castillo *et al.* (2011) melaporkan *Trichoderma* mempunyai ciri-ciri penting sebagai agen biokontrol disebabkan mampu tumbuh dengan cepat dalam pelbagai substrat dan mempunyai daya saing tinggi untuk mendapatkan makanan dan ruang untuk tumbuh. Sementara itu, Vinale *et al.* (2008) menjelaskan kemampuan *Trichoderma* untuk menghambat fungi patogen yang dikaitkan dengan kemampuan dalam menghasilkan enzim kitinase. Kitinase mampu merusak dinding sel fungi fitopatogen dan akhirnya dapat menyebabkan kematian sel.



Gambar 4 Kultur ganda *Trichoderma* sebagai agen biokontrol dan *G. boninense* dalam medium PDA 7 hari setelah masa inkubasi: (A) Kultur ganda dan (B) *G. boninense* sebagai kontrol

Tabel 1. Persentase penghambatan pertumbuhan *Trichoderma* spp. terhadap *G. boninense* menggunakan kultur ganda.

Hari	Penghambatan (%)
0	0
1	0
2	0
3	39.25
4	40.6
5	87.08
6	93
7	100

Penghambatan pertumbuhan oleh *Trichoderma* bermula pada hari ketiga setelah diinokulasi, di mana hifa *Trichoderma* dan hifa *G. boninense* bertemu. Pada waktu ini, pertumbuhan koloni *G. boninense* mulai terganggu. Pada hari ketujuh setelah inokulasi (gambar 4), miselium *Trichoderma* menghambat pertumbuhan patogen dan koloni *G. boninense* ditutupi oleh miselium *Trichoderma*. Persaingan merupakan pengaruh tak langsung, yaitu fungi patogen disisihkan dalam hal persaingan makanan yang diperlukan untuk perkecambahan dan kawasan untuk hidup (Afrasa *et al.*, 2014). Semasa proses ini berlaku, fungi antagonis mungkin menghambat pertumbuhan populasi patogen dalam rizosfera dan seterusnya mengurangkan pembentukan penyakit.

Penelitian oleh Barbosa *et al.* (2001) pada antagonis secara *in vitro* *Trichoderma* spp. terhadap *Cladosporium herbarum* menunjukkan koloni *Trichoderma* spp. senantiasa tumbuh lebih cepat daripada *C. herbarum* dalam kultur tunggal atau campuran. (Okigbo dan Ikediugwu, 2000). Oleh karena itu, pertumbuhan *T. virens* yang pantas memberikan kelebihan yang penting dalam persaingan kawasan dan nutrien dengan fungi patogen (Barbosa *et al.*, 2001).

Pengamatan tipe interaksi dari kultur ganda umur 3 hari setelah inokulasi terlihat antara *Trichoderma* spp dan *G. boninense* menunjukkan sifat antagonis, dimana agen biokontrol dapat menghambat pertumbuhan dari *G. boninense*. Habazar dan Yaherwandi (2006) melaporkan bahwa *Trichoderma* digunakan sebagai agen hayati akan tumbuh bersama dengan hifa patogen dan membentuk cabang-cabang disekeliling hifa patogen dan mampu menembus hifa patogen. Hifa *Trichoderma* dapat tumbuh dan berkembang dalam hifa patogen bahkan dapat membentuk konidia dalam hifa patogen. Dilaporkan juga hifa *Trichoderma* mampu menembus struktur sklerotia (hifa dorman) dari patogen.

Kemampuan hifa *Trichoderma* sebagai agen biokontrol karena dapat menghasilkan enzim yang mampu melisiskan dinding sel patogen yaitu enzim β -1,3 glukonase dan kitinase, selain itu *Trichoderma* mampu memproduksi antibiotik gliotoksin dan gliovirin. Enzim dan antibiotik yang dihasilkan saling berinteraksi dalam merusak dinding sel fungi patogen dan akhirnya menyebabkan kematian sel pada fungi patogen (Djarir, 1993).

4. KESIMPULAN

Trichoderma dapat digunakan sebagai agen hayati dalam mengendalikan pertumbuhan cendawan *Ganoderma boninense* secara *in vitro*. Jenis interaksi yang berlaku antara agen biokontrol dan *G. boninense* adalah antagonistik, di mana pertumbuhan koloni *G. boninense* ditutupi oleh koloni *T. virens*. Mekanisme antagonistik *Trichoderma* spp ialah persaingan, parasitik, dan lisis. *Trichoderma* juga menghasilkan toksin, iaitu gliotoksin dan gliovirin sebagai faktor dalam penghambatan pertumbuhan *G. boninense* di samping mikoparasitisme.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afrasa, M., Megersa, N. and Alemu, T. (2014). Characterization of fungal extracts from *Trichoderma* isolates : their effects against coffee wilt pathogen (*Gibberella xylariodes*. *Ethiopian Journal of Science*, 2: 82-85

-
- [2] Barbosa, M. A. G., Rehn, K. G., Menezes, M. and Mariano, R. L. R. (2001). Antagonism of *Trichoderma* species on *Cladosporium herbarum* and their enzymatic characterization. *Brazilian Journal of Microbiology*, 32: 32-98.
- [3] Bivi, M. R., Farhana, S. N., Khairulmazmi, A. and Idris, A. (2010). Control of *Ganoderma boninense*: a causal agent of basal stem rot disease in oil palm with endophyte bacteria in vitro. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12 : 833-839
- [4] Castillo, F.D.H., Padilla, A.M.B., Morales, G.G., Siller, M.C., Herrera, R.R., Gonzales, C.N.A. and Reyes, F.C. (2011). In vitro antagonist action of *Trichoderma* strains against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotium cepivorum*. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6: 410-417.
- [5] Cook, J.R dan Baker, F.K. 1989. *The nature and practice of biological control of plant patogen*. APS Press. The American Phytopatological Society St.Paul. Minnesota.
- [6] Dharmaputra, O.S., Gunawan, A.W., Wulandari, R., dan Basuki, T. 1999. Cendawan kontaminan dominan pada bedengan jamur merang dan interaksinya dengan jamur merang secara in vitro. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 4(1): 14-18.
- [7] Djarir, M. 1993. Mikotoksin Pangan. Kanisius : Yogyakarta.
- [8] Habazar, T dan Yaherwandi. 2006. Pengendalian hayati hama dan penyakit Tumbuhan. Andalas University Press. Padang
- [9] Harman, G.E, Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species - opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2: 43-56.
- [10] Howell, C. R (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases : the history and evolution of current concepts. *Plant disease*, 87: 4-10.
- [11] Nurmasita, I. dan Tenrirawe, A. 1998. Potensi agens hayati *Trichoderma* spp. sebagai agens pengendali hayati. *Prosiding Seminar Nasional hayati Teknologi Pertanian, mendukung Program Pembangunan Pertanian Propinsi Sulawesi Utara*
- [12] Okigbo, R.N. and Ikediugwu, F. E. O. (2000). Studies on biological control of postharvest rot in yams (*Dioscorea* spp) using *Trichoderma viride*. *Journal Phytopathology*, 148: 351-355.

- [13]Sunarwati, D. dan Yoza, R. 2010. Kemampuan *Trichoderma* dan *Penicillium* dalam menghambat pertumbuhan cendawan penyebab penyakit busuk akar Durian (*Phytophthora palmivora*) secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara*.
- [14]Susanto, A., Prasetyo, A.E. and Wening, S. (2009). Infection Rate of *Ganoderma* at four soil texture classes. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9: 39-46.
- [15]Tindaon, H. 2008. Pengaruh jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan pupuk organik untuk mengendalikan patogen tular tanah *Sclerotium rolfsii* Sacc. Pada tanaman kedelai (*Glycine max*) Di rumah Kasa. Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- [16]Vinale, F., Sivashitamparam, K., Ghisalberti, E.L, Marraa, R., Woo, S.L. and Lorito, M. (2008). *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 1-10.
- [17]Zhihui, B., Bo, J., Yuejie, L., Jian, C. and Zuming, L. (2008). Utilization of winery wastes for *Trichoderma viride* biocontrol agent production by solid state fermentation. *Journal of Environmental Sciences*, 20: 353-358.

SIMBIOSIS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR *GLOMUS* PADA BEBERAPA POHON HUTAN KOTA UNHAS MAKASSAR

Resti Ura¹, Elis Tambaru², Samuel A. Paembonan¹

¹⁾ Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar

²⁾ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin Makassar

e-mail : uraresti@yahoo.com

ABSTRAK

Fungi mikoriza arbuskular adalah fungi yang mampu bersimbiosis dengan tumbuhan tingkat tinggi. Penelitian mengenai Simbiosis Fungi Mikoriza Arbuskular Glomus Pada Beberapa Pohon Hutan Kota Unhas Makassar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan simbiosis fungi mikoriza arbuskular Genus Glomus pada beberapa pohon di Hutan Kota UNHAS Makassar. Penelitian ini digunakan metode pewarnaan akar (Kormanik dan McGraw) yang dimodifikasi untuk mengetahui kemampuan simbiosis Fungi Mikoriza Arbuskular Genus Glomus, data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fungi Mikoriza Arbuskular Genus Glomus mampu bersimbiosis dengan jenis pohon Vitex copassus Reinw ex Blume (40%), Mimusops elengi L. (25%), dan Sphatodea campanullata Beauv. (17,5%).

Kata kunci: Mikoriza, Glomus, Pohon, Hutan Kota

1. PENDAHULUAN

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan salah satu jenis fungi tanah yang memiliki tingkat penyebaran yang luas. Hal ini disebabkan oleh kemampuan FMA bersimbiosis dengan 70-90% jenis tanaman tingkat tinggi [7]. Mikoriza menginfeksi akar tanaman Dicotyledoneae sebanyak 83%, terbanyak menginfeksi akar Leguminosae dan tanaman Monocotyledoneae sebanyak 79%, terbanyak menginfeksi akar Gramineae [2,4]. Fungi mikoriza arbuskular dapat ditemukan pada berbagai tanaman tingkat tinggi yang tumbuh pada berbagai tipe habitat dan iklim [18]. Jenis mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan akar tumbuhan tanpa adanya campur tangan manusia disebut mikoriza *indigenous*.

Mikoriza *indigenous* memiliki potensi yang tinggi untuk menginfeksi tanaman karena dapat mengenali tanaman inangnya dan toleran terhadap pengaruh lingkungan [13]. Keuntungan tanaman yang terinfeksi oleh FMA antara lain meningkatkan kemampuan tanaman dalam pengambilan unsur hara (K, Mg, Ca, O, H, C, dan S) terutama fosfor yang berguna untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar [3,9]. Fungi arbuskular mikoriza termasuk kelompok fungi endomikoriza, membentuk vesikular dan arbuskular di dalam sel korteks dapat dijumpai pada Genus *Glomus* [12]. Pertumbuhan *Glomus* memiliki tingkat adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan [11], sehingga *Glomus* paling banyak dijumpai bersimbiosis dengan akar berbagai jenis tanaman [7]. Kampus Universitas Hasanuddin Tamalanrea memiliki luas ± 220 Ha dan telah ditetapkan berdasarkan Keputusan Walikota Makassar Nomor: 522.4/807/Kep/XI/2008 sebagai Kawasan Hutan Kota di Kota Makassar dengan luas Hutan Kota sebesar 20 Ha dan ditumbuhi berbagai jenis pohon [15]. Aktivitas mikroorganisme tanah

di sekitar rizosfer sangat membantu dalam perbaikan kesuburan tanah dan berdampak positif terhadap peningkatan kualitas dan kuantitas produksi tanaman [3,18]. Pemanfaatan FMA sebagai agen hayati merupakan pendekatan biologis ramah lingkungan dan telah dikembangkan secara luas pada bidang kehutanan, pertanian dan perkebunan [14]. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian mengenai Simbiosis Fungi mikoriza arbuskular *Glomus* pada Beberapa Pohon Hutan Kota UNHAS Makassar.

2. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah botol sampel, tabung reaksi, pinset, spatula, saringan, gelas ukur 1000 ml, beaker glass, timbangan digital, cawan petri, objek glass dan desk glass, wadah preparat, mikroskop compound olympus CX-31, GPS, mikroskop kamera nikon *eclipse* 80i, pH tanah, termo-hygrometer, lux meter, gunting, tissue, label, mistar, jangka sorong, pisau, linggis, skop, kamera digital, dan alat tulis menulis.

Bahan penelitian yang digunakan adalah rambut akar jenis pohon penelitian yaitu: rambut akar *Vitex cofassus*, *Mimusops elengi* dan *Sphatodea campanulata*. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis FMA yaitu: larutan formalin asam asetat alkohol (FAA merupakan campuran bahan kimia yang terbuat dari formalin 90 ml asam asetat 5 ml dan alkohol 50%), larutan KOH 10% 100 ml, larutan H₂O₂ 10% 65 ml, larutan HCl 2% 40 ml, larutan staining 125 ml, dan larutan distaining 250 ml.

Pengambilan sampel rambut akar pohon penelitian dilakukan dengan cara menggali tanah di bawah tajuk pohon penelitian. Pengambilan sampel rambut akar memperhatikan arah mata angin, pengambilan sampel akar pada kedalaman tanah 0-30 cm. Pewarnaan rambut akar menggunakan metode pewarnaan akar [5,8,18] yang dimodifikasi. Pengamatan infeksi fungi mikoriza arbuskular dilakukan secara sistematis dengan cara mengambil potongan-potongan rambut akar yang telah diwarnai sepanjang 1 cm secara acak sebanyak 10 potong rambut akar dan disusun di dalam slide mikroskop lalu diamati dengan mikroskop *compound olympus* CX-3. Slide mikroskop menunjukkan tanda-tanda kolonisasi (terdapat hifa, vesikular, arbuskular, klamidospora, dan spora) diberi tanda positif (+), sedangkan jika tidak terdapat tanda-tanda kolonisasi diberi tanda negatif (-) [18]. Persentase akar terinfeksi dapat dihitung dengan rumus [5,18] adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase infeksi FMA} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{Jumlah akar total}} \times 100\%$$

Klasifikasi banyaknya infeksi fungi arbuskular mikoriza dikategorikan 5 (lima) kelas [8] yaitu:

- a. Kelas 1, bila infeksi 0-5 %
- b. Kelas 2, bila infeksi 6-25 %
- c. Kelas 3, bila infeksi 26-50 %
- d. Kelas 4, bila infeksi 51-75 %
- e. Kelas 5, bila infeksi 75-100 %

Data penelitian dianalisis secara deskriptif terhadap fungi mikoriza arbuskular dari beberapa jenis rambut akar pohon penelitian. Data hasil penelitian yang diperoleh ditabulasi dalam bentuk tabel berdasarkan parameter penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian karakteristik Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) Genus *Glomus* yang bersimbiosis dengan rambut akar pohon penelitian disajikan pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) Genus *Glomus* pada Rambut Akar Pohon Penelitian

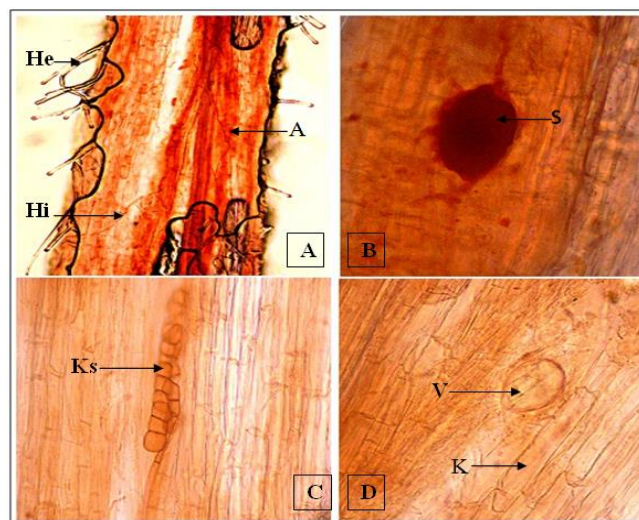
No.	Nama Pohon	FMA					Rerata Infeksi FMA (%)	Genus
		H	A	V	Ks	S		
1.	<i>Vitex copassus</i>	10	1	2	1	1	40	<i>Glomus</i>
2.	<i>Mimusops elengi</i>	7	1	2	1	1	25	<i>Glomus</i>
3.	<i>Sphatodea campanullata</i>	5	1	2	1	2	17.5	<i>Glomus</i>

Keterangan: Hifa (H), Arbuskular (A), Vesikular (V), Klamidospora (Ks), Spora (S).

Karakteristik Fungi Mikoriza Arbuskular Pada Rambut Akar Pohon Penelitian Di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea

1. *Vitex copassus* Reinw ex Blume

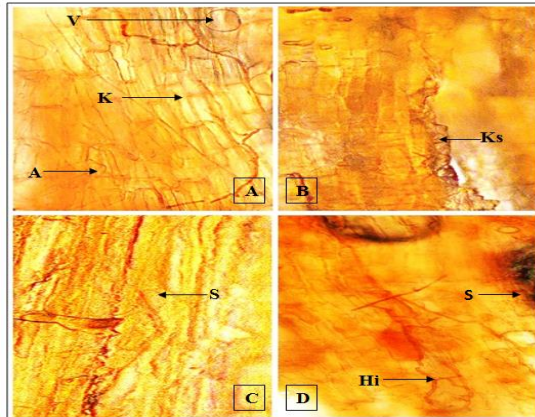
Vitex copassus memiliki hifa yang relatif lurus sepanjang korteks akar. Vesikular berbentuk oval, dan terdapat arbuskular. Spora pada akar *Vitex copassus* terbentuk dari pembengkakan ujung hifa, ujung hifa menggelembung dan berubah menjadi spora. Spora berasal dari perkembangan hifa disebut *klamidospora*. Setiap percabangan hifa akan membentuk *klamidospora* yang disebut tandan spora (sporocarp). Warna spora cokelat tua dengan ukuran spora 46-54 μm .



Gambar 1. *Glomus*: (A) Struktur dan Penampang Membujur Rambut Akar Pohon *Vitex copassus*, Hifa internal (Hi), Hifa eksternal (He), Arbuskular (A) Perbesaran 100x; (B) Spora (S) Perbesaran 400x; (C) Klamidospora (Ks) Perbesaran 400x; (D) Vesikular (V) dan Korteks (K) Perbesaran 400x.

2. *Mimusops elengi* L.

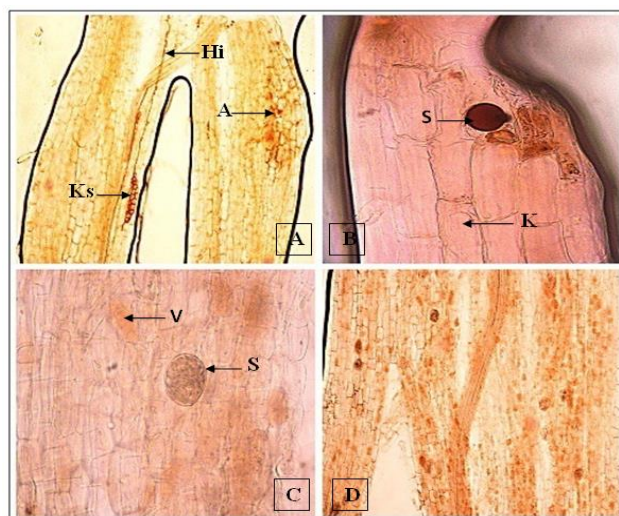
Mimusops elengi memiliki hifa relatif lurus sepanjang korteks akar. Vesikular berbentuk oval dan terdapat arbuskular. Spora terbentuk dari pembengkakan ujung hifa. Ujung hifa menggelembung dan berubah menjadi spora. Spora yang berasal dari perkembangan hifa disebut *klamidospora*. Setiap percabangan hifa akan membentuk *klamidospora* disebut tandan spora (sporocarp). Warna spora cokelat kekuningan dan ukuran spora 40 μm .



Gambar 2. *Glomus*: (A) Korteks (K), Vesikular (V), dan Arbuskular (A) Perbesaran 400x; (B) Klamidospora (Ks) Perbesaran 400x; (C) Spora (S) Perbesaran 400x; (D) Spora (S) dan Hifa internal (Hi) Perbesaran 400x.

3. Kecrutan *Sphatodea campanullata* Beauv.

Rambut akar pohon kecrutan memiliki hifa yang relatif lurus sepanjang korteks akar. Vesikular berbentuk oval, terdapat arbuskular. Spora terbentuk dari pembengkakan ujung hifa. Ujung hifa yang menggelembung berubah menjadi spora. Spora berasal dari perkembangan hifa disebut *klamidospora*. Setiap percabangan hifa akan membentuk *klamidospora* yang disebut tandan spora (sporocarp). Ukuran spora 16-32 μm dan warna spora cokelat tua.



Gambar 3. *Glomus*: A) Hifa internal (Hi), Arbuskular (A), Klamidospora (Ks) Perbesaran 100x; B) Spora (S) dan Korteks (K) Perbesaran 400x; C) Spora (S) dan Vesikular (V) Perbesaran 400x; D) Struktur dan Penampang Membujur Rambut Akar Pohon Kecrutan Perbesaran 100x.

Fungi mikoriza arbuskular mampu bersimbiosis dengan akar berbagai jenis tanaman, tetapi ada jenis tanaman yang paling disukai dengan memperlihatkan respon kolonisasi pada akar. Struktur yang dihasilkan oleh FMA pada sistem perakaran tumbuhan sangat penting dalam simbiosis ^[12]. Komponen penting dalam sistem akar bermikoriza adalah perannya terhadap akar itu sendiri, hifa pada FMA ada dua macam yaitu: hifa eksternal berhubungan dengan tanah berfungsi dalam penyerapan unsur hara fosfor dan air dari dalam tanah, kemudian dipindahkan ke dalam hifa internal dan arbuskular untuk pertumbuhan tanaman inang ^[8] dan hifa internal berhubungan dengan akar yang berfungsi menyerap bahan organik dari tanaman inang untuk pertumbuhan mikoriza ^[12,18]. Hasil penelitian pada rambut akar yang terinfeksi *Glomus* dijumpai pada pohon penelitian ini yaitu: *Vitex cofassus*, *Mimusops elengi* dan *Sphatodea campanulata*. ^[1,8] Ciri-ciri *Glomus* yaitu hifa memiliki percabangan, ada *klamidospora*, percabangan hifa kadang berbentuk tipe H, vesikel berbentuk lonjong, terdapat arbuskular dan warna spora putih, kuning dan cokelat. Arbuskula merupakan struktur yang dibentuk oleh hifa internal dan menghubungkan fungi dengan sel korteks akar, berperan penyerapan unsur hara dari fungi ke tumbuhan maupun sebaliknya ^[12].

Hasil penelitian persentase infeksi pada rambut akar *Vitex cofassus* sebanyak 40% dan termasuk dalam kelas 3 karena infeksi FMA berkisar 26-50%. *Mimusops elengi* persentase infeksinya sebanyak 25% termasuk dalam kelas 2 dengan infeksi FMA berkisar 6% - 25%. *Sphatodea campanulata* persentase infeksinya sebanyak 17,5% termasuk dalam kelas 2 dengan infeksi FMA berkisar 6% - 25%. Persentase infeksi FMA pada lokasi penelitian tidak sampai 50%, akan tetapi dapat memberikan gambaran positif pada masa akan datang, bahwa di Hutan Kota UNHAS terdapat FMA yang bersimbiosis dengan rambut akar pohon penghijauan ditemukan mikoriza Genus *Glomus*. Persentase infeksi FMA sangat diperlukan untuk mengetahui seberapa besar akar pohon penelitian mampu diinfeksi oleh FMA, sehingga dapat diketahui tingkat kesuburan tanah apabila tanah terinfeksi FMA tinggi, maka tanah disekitarnya kurang subur dan jika infeksi FMA rendah, maka tanah di sekitarnya subur.

Fungi mikoriza arbuskular *indigenous* yang menginfeksi rambut akar pohon penelitian merupakan mikoriza yang hidup tanpa campur tangan manusia. Mikoriza *indigenous* berpotensi besar karena mikoriza *indigenous* merupakan salah satu sumber mikroorganisme yang dapat membantu penyerapan hara dalam tanah, sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman ^[13]. Kemampuan fungi mikoriza arbuskular menginfeksi rambut akar tanaman berbeda-beda tergantung dari tingkat infektivitas dan efektivitas setiap simbiosis antara tanaman inang dan FMA ^[17]. Fungi mikoriza arbuskular dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan dan meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman khususnya pada tanah-tanah marginal yang kurang subur ^[10]. Infeksi fungi mikoriza arbuskular tidak terlepas dari pengaruh karakteristik tanaman dan sejumlah faktor lingkungan seperti: suhu, kelembapan udara, pH tanah, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya ^[16]. Hasil pengukuran faktor lingkungan pada lokasi penelitian Hutan Kota UNHAS Makassar yaitu: *Glomus* pada pohon *Vitex cofassus*, *Mimusops elengi* dan *Sphatodea campanulata*

memiliki suhu udara 30-32,6 °C, kelembapan udara 58-78%, pH tanah 4,4-5,8 dengan kelembapan tanah 40-72%, dan intensitas cahaya 11400-72000 lux. Hasil dari beberapa penelitian FMA menunjukkan bahwa *Glomus* mempunyai tingkat adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan ekstrim. *Glomus* mampu hidup pada kondisi tanah asam ^[11] dan kondisi tanah netral ^[13]. Kondisi pH tanah asam (pH <7) jumlah kerapatan spora tinggi, sedangkan tanah alkali (pH >7) kerapatan spora rendah ^[18]. Jumlah spora pada musim panas lebih sedikit, sedangkan pada musim penghujan spora lebih banyak, karena pada saat tersebut tanah di sekitar pohon lembap ^[16]. Fungi Mikoriza Arbuskular membantu pertumbuhan tanaman dalam hal memperbaiki hara tanaman dan penyerapan air serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap stress, FMA mampu menyuplai 80% unsur fosfor dan 25% nitrogen ^[6].

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: karakteristik fungi mikoriza arbuskular yang didapatkan pada beberapa pohon Hutan Kota UNHAS Makassar yaitu ada *klamidospora*, hifa memiliki percabangan, percabangan hifa kadang berbentuk tipe H, vesikel berbentuk oval/lonjong, terdapat arbuskular. Karakteristik fungi mikoriza arbuskular tersebut merupakan ciri dari Genus *Glomus*. Kemampuan Genus *Glomus* dalam bersimbiosis dengan jenis pohon *Vitex copassus* Reinw ex Blume (40%), *Mimusops elengi* L. (25%), dan *Sphatodea campanullata* Beauv. (17,5%).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brundrett, M., 2008. Mycorrhizal Associations: The Web Resource, Section 4. Arbuskular Mycorrhizal. Version 2. <http://www.mycorrhizas.info/vam.html>. [06 Maret 2016].
- [2] Chalimah, S., Muhadiono, L. Aznam, S. Haran, dan N. T. Mathius, 2007. Perbanyak *Gigaspora* sp. dan *Acaulospora* sp. dengan Kultur Pot di Rumah Kaca. Biodiversitas Vol 7, No. 4, hal. 12-19, Januari 2007. ISSN: 1412-033X.
- [3] Chauhan, S., S. Kaushik, and A. Aggarwal, 2013. AM Fungal Diversity in Selected Medicinal Plants of Haryana, India. Botany Research International 6 (2): 41-46, 2013. ISSN: 2221-3635.
- [4] Kavitha, T. and R. Nelson, 2013. Diversity of Arbuskular Mycorrhizal Fungi (AMF) in the Rhizosphere of *Helianthus annuus* L. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 13 (7): 982-987, 2013. ISSN 1818-6769.
- [5] Kormanik, P. P. and A. C. McGraw, 1982. Quantification of Vesikular-Arbuskular Mikorizae in Plant Roots. Dalam Schenck, N. C. (Eds.) Methods and Principles of Mycorrhizal Research. The American Phytopathological Society.

-
- [6] Moradi, M., A. Sirvany, M. Matinizadeh, V. Eternad, H.R. Naji, H. Abdul-Hamid, and S. Sayah, 2015. Arbuscular Mycorrhizal Fungal Symbiosis with *Sorbus Torminalis* Does Not Vary with Soil Nutrients and Enzyme Activities Across Different Sites. *Forest* 8: 308-313 online 2014-09-03]. doi 10.3832/for1236-008.
- [7] Navarro, A. M., J. G. S. Moragues, A. V. Banuet, and M. Verdú, 2012. The Network Structure of Plant-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *NewPhytologist* (2012) 194: 536-547.
- [8] Nusantara, A.D., Y. H. Bertham, dan I. Mansur, 2012. Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. Seameo Biotrop Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology. Cetakan Pertama: November 2012. Institut Pertanian Bogor. ISBN: 978-979-8275-33-3.
- [9] Odigie, E. E., and Eziashi, E. I., 2013. Anatomy of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) *Acaulospora scrobiculatu* on Roots of the Shea Tree *Vitellaria paradoxa* in Nigeria. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences* Vol 1 (7): 123-127, July 2013. ISSN: 2346-7002.
- [10] Pulungan, A. S. S., 2013. Infeksi Fungi Mikoriza Arbuskular pada Akar Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Biosains Unimed* Vol. 1, No. 1, Juni 2013. ISSN: 2338-2562.
- [11] Puspitasari, D., K. I. Purwani, dan A. Muhibuddin, 2012. Eksplorasi Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) Indigenous pada Lahan Jagung di Desa Torjun, Sampang Madura. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol. 1, hal. 19-22, (Sep, 2013). ISSN: 2301-928X.
- [12] Suharno, R. P. Sancayaningsih, E. S. Soetarto, dan R. S. Kasiamdari, 2014. Keberadaan Fungi Mikoriza Arbuskula di Kawasan Tailing Tambang Emas Timika Sebagai Upaya Rehabilitasi Lahan Ramah Lingkungan (The Presence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Tailings of Mining Gold Timika as An Attempt of Environmentally Friendly Land Rehabilitation) *J. Manusia dan Lingkungan*, Vol. 21, No.3, November 2014: 295-303.
- [13] Sundari, S., T. Nurhidayati, dan I. Trisnawati, 2011. Isolasi dan Identifikasi Mikoriza Indigenous dari Perakaran Tembakau Sawah (*Nicotiana tabacum* L) di Area Persawahan Kabupaten Pamekasan Madura. *Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November*. hal. 2.
- [14] Sousa, C. d. S., R.S.C. Menezes, E. V. d. S. B. Sampaio, F. d. S. Lima, F. Oehl, and L.C. Maia, 2013. Arbuscular Mycorrhizal Fungi within Agroforestry and Traditional Land Use Systems in Semi-Arid Northeast

- Brazil. Acta Scientiarum. Agronomy Maringà, v. 35, n. 3, p. 307-314, July-Sept. 2013. ISSN: 1679-9275.
- [15] Tambaru, E., 2012. Potensi Absorpsi Karbon Dioksida pada Beberapa Jenis Pohon Hutan Kota di Kota Makassar. Disertasi Program Studi Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- [16] Tushar, K.S. and A. B. Satish, 2013. Incidences of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in Urban Farming of Mumbai and Suburbs, India. Environmental Sciences Research Laboratory, Department of Botany, Wilson College, Mumbai, India. International Research Journal of Environment Sciences. Vol. 2(1), 12-18, January (2013). ISSN 2319-1414.
- [17] Ulfa, M., A. Kurniawan, Sumardi, dan I. Sitepu, 2011. Populasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Lokal pada Lahan Pasca Tambang Batubara. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. 8 No. 3: 301-309.
- [18] Ura', R., S. A. Paembonan, A. Umar, 2015. Karakteristik Fungi Arbuskular Mikoriza Genus *Glomus* Pada Akar Beberapa Jenis Pohon Di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea. Jurnal Alam dan Lingkungan , Vol.6 (11) Maret 2015. ISSN 2086-4604.

Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Methanotrof* Indigenus penghasil Enzim Urease (Agen Pereduksi Emisi Gas metan) di lahan Sawah

MaimunaNonci¹,Baharuddin²,Burhanuddin Rasyid³ and Pirman⁴

¹Fakultas Pasca Sarjana/Sistim-sistim Pertanian/Universitas Hasanuddin
Perintis Kemerdekaan Km. 10
maimunanonci@yahoo.com

² Hama dan Penyakit tanaman,Fakultas Pertanian,Universitas Hasanuddin,

³ Ilmu Tanahl, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

⁴Teknik Kimia,Politekhnik Ujung Pandang
Perintis Kemerdekaan Km.10

Abstrak

Peranan bakteri metanotrof pada daerah rhizosfer tanaman padi sangat dibutuhkan untuk mereduksi metan yang dihasilkan oleh bakteri metanogen, sehingga tidak terjadi emisi gas metan ke atmosfer. Selain itu sebagian bakteri metanotrof juga dapat menghasilkan enzim urease yang dapat menghidrolisis urea menjadi ammonia dalam bentuk tersedia bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi dan identifikasi bakteri methanotrof indigenus asal rhizosfer tanaman padi sawah yang mampu mereduksi gas metan dan menghasilkan enzim urease. Isolasi dilakukan dengan metode sebar pada media spesifik Nitrat Mineral Salt, dilanjutkan dengan pemurnian dengan metode kuadran. Identifikasi dilakukan dengan pengujian reaksi gram, oksidatif/fermentative, aktivitas enzim monooksigenase dianalisis dengan metode kolorimetri dan pengujian produksi urease pada media Yeas Salt. Analisis reduksi gas metan dilakukan dengan mengukur konsentrasi gas metan menggunakan teknik kromatografi gas. Pengamatan konsentrasi gas tersisa dilakukan empat kali selama 13 hari masa inkubasi. Hasil isolasi diperoleh 52 koleksi isolat bakteri. Berdasarkan hasil identifikasi diperoleh 7 isolat bakteri methanotrof indigenus yang mampu mereduksi gas metan dengan potensi yang bervariasi dan 3 diantaranya mampu menghasilkan enzim urease.

Kata Kunci : *emisi, methanotrof, urease*

POTENSI *Stenotrophomonas maltophilia* ASAL RHIZOSFER TANAMAN KENTANG DALAM MEMPRODUKSI EKSOPOLISAKARIDA DAN MELARUTKAN FOSPAT

Mu'minah^{ab*}, Baharuddin^c, Hazarin Subair^d, Fahrudin^e, Mika Nomura^f

***Corresponding Author: mutmainah2009@gmail.com**

^aGraduate Scchool, University of Hasanuddin Makassar 90245 Indonesia

^bDepartment of Plantation Crop, Agriculture Polytechnic Pangkep, Pangkep 90655 Indonesia

^cCenter for Biotechnology, University of Hasanuddin Makassar 90245 Indonesia

^dDepartment of Soil Science, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University Makassar

^eDepartment of Biology, Faculty of MIPA, Hasanuddin University Makassar 90245, Indonesia

^fDepartment of Molecular Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Kagawa, 761-0795 Japan

Abstract

*The study aimed to assess the potential ability of bacteria in producing exopolysaccharide and phosphate solubilizing isolated from the rhizosphere of potato (*Solanum tuberosum*). Soil samples were collected from the rhizosphere of potatoes in three different land slope (P1, P2, P3) respectively 15%, 25% and 35% at an altitude more than 1500 m above sea level in Malino, South Sulawesi. Soil samples were diluted to 10⁻⁶ ATCC and cultured in which media with the aim of selecting the bacteria that produce exopolysaccharide (EPS). There are 34 isolates produced a thick slime, when cultured on MacConcey medium and grouped into gram-negative bacteria. The result indicated that there 6 isolates were able to have potential producing EPS range 0.10 to 1.07 mg/mg protein and the potential ability of phosphate solubilizing range of 12.34 to 20.59 ppm. An isolate coded P3.(50) has the best potential producing EPS and the potential ability of phosphate solubilizing (1.07 mg/mg protein ; 20.59 ppm) followed by P2.34 (1.02; 17.51), P3 46 (0.65; 17.51), P3 49 (0.18; 12.34), P1 6 (0.10; 16.42) and P3 63 (0.1; 14.24) respectively. The sequencing results showed that isolate code 50, 34 and 46 show the same species that is *Stenotrophomonas maltophilia* and code 6, 49 and 63 show the same species that is *Stenotrophomonas nitritireducens**

Keyword: Exopolysaccharide, Phosphate, Rhizosphere, Potatoes

DETEKSI RESISTENSI *Mycobacterium tuberculosis* TERHADAP OBAT ANTITUBERKULOSIS ISONIAZID (INH) PADA BERBAGAI KONSENTRASI

(Detection of *Mycobacterium tuberculosis* Resistance to Anti-tuberculosis Drugs Isoniazid (INH) on the Different Concentration)

Zaraswati Dwyana¹⁾, Nur Haedar¹⁾, Endang Sri Wati²⁾,

1. Dosen Pembimbing Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar, 90915
 2. Tim Peneliti Mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar, 90915
- Email : endangsriiwatii@gmail.com

Abstrak

Penelitian “Deteksi Resistensi *Mycobacterium tuberculosis* Terhadap Obat Antituberkulosis Isoniazid (INH) pada Berbagai Konsentrasi” telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui resistensi *Mycobacterium tuberculosis* terhadap obat antituberkulosis Isoniazid (INH) pada berbagai konsentrasi. Sampel dalam penelitian ini adalah 15 isolat bakteri *M.tuberculosis* strain klinis, satu isolat bakteri *M.tuberculosis* strain H37RV dan satu isolat bakteri *M.tuberculosis* ATCC 35822 sebagai kontrol. Isolat tersebut merupakan koleksi dari Laboratorium NECHRI HUM-RC RS Wahidin Sudirohusodo Makassar. Sampel kemudian diremajakan dengan menggunakan medium Middlebrook 7H9 Broth. Setiap sampel dibuat dengan suspensi 0,5 Mc Farland. Karakterisasi isolat bakteri *Mycobacterium tuberculosis* meliputi morfologi koloni dan pengecatan Ziehl-Neelsen. Uji resistensi dilakukan dengan menumbuhkan sampel pada medium Lowenstein Jensen yang berisi isoniazid dengan konsentrasi 0,1 µg/ml, 0,2 µg/ml, 1 µg/ml, dan 2 µg/ml serta tanpa obat sebagai GC (Growth Control). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,1 µg/ml terdapat 15 sampel (100%) resisten. Konsentrasi 0,2 µg/ml terdapat 14 sampel (93,33%) resisten dan 1 sampel (6,67%) sensitif. Konsentrasi 1 µg/ml terdapat 11 sampel (73,33%) resisten, 3 sampel (20%) sensitif dan 1 sampel (6,67%) intermediet. Konsentrasi 2 µg/ml terdapat 8 sampel (53,33%) resisten, 6 sampel (40%) sensitif, dan 1 sampel (6,67%) intermediet.

Kata Kunci : Resistensi, *Mycobacterium tuberculosis*, Antituberkulosis, Isoniazid.

1. PENDAHULUAN

Saat ini penyakit tuberkulosis terutama tuberkulosis paru masih menjadi masalah kesehatan yang penting di dunia baik di negara berkembang dan juga di sebagian negara maju. Menurut Mansyur dkk. (2011) peningkatan jumlah kasus penderita TB disebabkan oleh tingginya angka resistensi *Mycobacterium tuberculosis* terhadap beberapa obat antituberkulosis (OAT) yang biasanya digunakan pada pasien TB baik resistensi primer maupun resistensi sekunder.

Resistensi kuman *M.tuberculosis* terhadap OAT adalah keadaan dimana kuman tersebut sudah tidak dapat lagi dibunuh dengan OAT. Terjadinya resistensi kuman *M. tuberculosis* terhadap obat antituberkulosis biasanya meliputi beberapa jenis obat yang termasuk dalam “first line drugs” yaitu isoniazid (INH), rifampisin, pirazinamid dan etambutol. Dari keempat jenis OAT tersebut, isoniazid memiliki persentase angka resisten yang cukup tinggi dibandingkan obat yang lain.

Isoniazid dikenal dengan INH bersifat bakteriasid, dapat membunuh 90 % populasi kuman dalam beberapa hari pertama pengobatan. Obat ini sangat efektif terhadap kuman dalam keadaan metabolik aktif yaitu kuman yang sedang berkembang (Ramadhani, 2012). Isoniazid sering digunakan dalam dua konsentrasi dan menunjukkan frekuensi resistensi tingkat rendah yaitu pada konsentrasi 0,1 µg/ml atau 0,2 µg/ml pada medium Lowenstein Jensen (Madison, dkk., 2004).

Kasus resistensi *M. tuberculosis* menjadi masalah bagi program pencegahan dan pemberantasan penyakit tuberkulosis (TB). Penemuan kasus resistensi primer sering digunakan untuk mengevaluasi penularan terbaru atau tertularnya galur kuman resisten (Sihombing, dkk., 2012). Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi obat isoniazid (INH) terhadap resistensi primer *M. tuberculosis*.

2. METODE PENELITIAN

Medium Middlebrook 7H9 Broth

Middlebrook 7H9 Broth powder ditimbang sebanyak 0,235 gram, kemudian dilarutkan dengan aquadest steril sebanyak 45 ml dan ditambahkan 0,1 ml gliserol. Medium disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121 °C selama 10 menit. Kemudian, medium didiamkan hingga suhu turun menjadi 45°C dan ditambahkan Oleic Acid Dextrose Catalase (OADC) sebanyak 5 ml.

Medium Lowenstein Jensen (LJ)

Lowenstein Jensen powder ditimbang sebanyak 37,5 gram selanjutnya dilarutkan dalam air suling sebanyak 600 ml, kemudian ditambahkan 12 ml gliserol dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit lalu didinginkan pada suhu 56 °C. Telur dicuci dan satu persatu dimasukkan ke dalam spiritus untuk didisinfeksi selama 10 menit, kemudian telur yang steril ditampung isinya sebanyak 1.000 ml kemudian dihomogen. Campurkan media dengan telur hingga homogen, pastikan tidak ada gelembung udara. Kemudian ditambahkan malacit green. Larutan yang telah tercampur rata disaring dengan menggunakan kain kasa steril. Kemudian, disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C pada tekanan 2 atm selama 15 menit.

Penyiapan Sampel Uji

Sampel penelitian adalah 15 isolat *M.tuberculosis* strain klinis, *M.tuberculosis* strain ATCC 35822 dan *M.tuberculosis* strain H37RV (strain susceptible) yang diperoleh dari laboratorium NEHCRI HUM-RC Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, Makassar. Masing-masing sampel sebanyak 1 ml diinokulasikan ke dalam 4 ml medium Middlebrook 7H9 Broth. Kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 2 minggu. Hasil peremajaan selanjutnya disuspensikan dengan NaCl 0,9% steril dengan standar kekeruhan 0,5 McFarland yaitu 4 ml NaCl ditambahkan 1 ml bakteri uji.

Pembuatan Konsentrasi Obat Isoniazid (INH)

Sebanyak 0,1 gram (100 mg) isoniazid ditambahkan ke dalam 10 ml *distillate water* (DW) sehingga terbentuk konsentrasi 10.000 µg/ ml. Kemudian disterilkan dengan membran filter ukuran 0,2 µm dan disimpan ke dalam Cryotube.

Sebanyak 2 ml dari stock isoniazid diambil dan ditambahkan ke dalam 18 ml *distillate water* sehingga terbentuk konsentrasi 1.000 µg/ml, kemudian isoniazid dengan konsentrasi 1.000 µg/ml dibuat dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu sebagai berikut :

1. Untuk konsentrasi 0,1 µg / ml diambil sebanyak 0,05 ml isoniazid dan dimasukkan ke dalam medium LJ 500 ml.
2. Untuk konsentrasi 0,2 µg / ml diambil sebanyak 0,1 ml isoniazid dan dimasukkan ke dalam medium LJ 500 ml.
3. Untuk konsentrasi 1 µg / ml diambil sebanyak 0,5 ml isoniazid dan dimasukkan ke dalam medium LJ 500 ml.
4. Untuk konsentrasi 2 µg / ml diambil sebanyak 1 ml isoniazid dan dimasukkan ke dalam medium LJ 500 ml.

Selanjutnya isoniazid dengan berbagai konsentrasi diambil sebanyak 7 ml dan dimasukkan ke dalam reaksi. Atur tabung dengan posisi miring kemudian dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 85°C – 90°C selama 1 jam.

Pengujian Resistensi *M.tuberculosis* terhadap Berbagai Konsentrasi Isoniazid (INH)

Sebanyak 5 µl suspensi dari 15 sampel *M.tuberculosis* strain klinis masing-masing diambil dan ditetaskan pada permukaan medium LJ tanpa obat dan medium LJ yang telah berisi masing-masing Isoniazid (INH) dengan konsentrasi 0,1 µg / ml, 0,2 µg / ml, 1 µg / ml dan 2 µg / ml, kemudian dihomogenkan. Selanjutnya diinkubasikan dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 4 minggu.

Perlakuan yang sama juga diberikan untuk kontrol positif menggunakan bakteri *M.tuberculosis* strain ATCC 35822 dan *M.tuberculosis* strain susceptible H37RV. Pengamatan dilakukan satu kali setiap satu minggu selama satu bulan dengan mengamati pertumbuhan dan bentuk morfologi koloni bakteri yang tumbuh.

Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi koloni dilakukan dengan melihat bentuk, tepi, elevasi dan warna. *M.tuberculosis* memiliki karakteristik khas tipe koloni kasar, warna kekuningan, tumbuhnya lambat dan koloni tidak memiliki pigmentasi.

Pengecatan Ziehl-Neelsen

Sediaan diletakkan di atas rak pewarna, kemudian tuang larutan carbol-fuchsin sampai menutupi seluruh sediaan. Panasi sediaan secara hati-hati diatas api selama 3 menit sampai keluar uap, tetapi jangan sampai mendidih. Biarkan selama 5 menit. Cuci dengan air mengalir, tuang alkohol 3% tunggu 2 menit. Cuci dengan air mengalir, tuangkan larutan Methylen Blue 0,1% tunggu 10-20 detik. Cuci dengan air mengalir, keringkan. Kemudian di atas sediaan ditetesi minyak imersi sebanyak 1 tetes. Sediaan dibaca di bawah mikroskop dengan perbesaran kuat. Pembacaan dilakukan dengan melihat sel BTA berwarna merah berbentuk

batang lurus atau bengkok, terpisah, berpasangan atau berkelompok dengan latar belakang biru.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peremajaan Sampel Uji *M.tuberculosis* pada Medium Middlebrook 7H9 Broth

Peremajaan dilakukan untuk semua isolat sampel yang merupakan koleksi dari Laboratorium NECHRI HUM-RC RS Wahidin Sudirohusodo Makassar dengan menggunakan medium Middlebrook 7H9 Broth dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama \pm 3 minggu. Setelah inkubasi semua kultur menunjukkan adanya pertumbuhan pada Middlebrook 7H9 Broth.

Media Middlebrook 7H9 Broth adalah media spesifik yang direkomendasikan untuk digunakan dalam kultivasi *Mycobacterium spp.* Berdasarkan hasil peremajaan menunjukkan adanya pertumbuhan apabila terjadi kekeruhan di lapisan bawah, menengah atau seluruh tabung serta terbentuk endapan berwarna putih. Dengan tujuan kerahasiaan maka nama-nama atau kode pemilik isolat disembunyikan dan kemudian setiap isolat tersebut diberi kode dengan huruf "A" yaitu A1, hingga A15. Sedangkan untuk isolat kontrol dikodekan dengan Mtb.H37RV dan Mtb.ATCC 35822.

Mtb.H37RV adalah isolat bakteri yang bersifat rentan digunakan sebagai strain kontrol dalam penelitian ini karena kemampuan untuk memanfaatkan obat lebih efisien dan digunakan secara universal. Sedangkan Mtb.ATCC 35822 adalah isolat yang bersifat resisten terhadap obat Isoniazid dan digunakan sebagai kontrol.

Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri *M.tuberculosis* Secara Makroskopis

Pertumbuhan bakteri dapat dilihat dengan munculnya koloni bakteri yang mencirikan *M. tuberculosis* pada permukaan media LJ. Secara makroskopik keseluruhan sampel menunjukkan pertumbuhan dengan ciri-ciri morfologi koloni bakteri berwarna kekuningan, raised (timbul), koloni kasar, irregular (tidak beraturan) bergerombol seperti bunga kol.

Sehingga dapat diketahui bahwa semua isolat yang tumbuh adalah spesies *M.tuberculosis*. Selain pengamatan makroskopis juga dilakukan pengamatan secara mikroskopis melalui pengecatan Ziehl-Neelsen.

Pengamatan Mikroskopis Isolat Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*

Pengamatan mikroskopis isolat bakteri dilakukan dengan pengecatan Ziehl-Neelsen untuk memastikan bahwa bakteri yang tumbuh merupakan *M.tuberculosis*. Pengecatan Ziehl-Neelsen merupakan pewarnaan specimen yang dilakukan khusus untuk bakteri tahan asam.

Pada dasarnya prinsip pewarnaan *Mycobacterium* yang dinding selnya tahan asam karena mempunyai lapisan lemak atau lilin sehingga sukar ditembus cat. Pada pengecatan Ziehl Neelsen setelah BTA mengambil warna dari karbol-fuchsin, lapisan lilin yang terbuka pada pemanasan akan merapat kembali karena terjadi pendinginan setelah dituangi asam-alkohol warna merah dari fuchsin pada BTA tidak akan lepas/luntur. Bakteri yang tahan asam akan mempertahankan warna merah. Akhirnya pada waktu dicat dengan methylen blue BTA tidak mengambil warna biru dan tetap merah (Susi, 2008).

Berdasarkan hasil pengecatan Ziehl-Neelsen diperoleh hasil bahwa semua isolat yang dicat adalah berwarna merah dengan latar biru dan berbentuk batang lurus atau basil. Jika dilihat dari ciri-cirinya dapat disimpulkan bahwa semua isolat merupakan bakteri *M.tuberculosis* yaitu berwarna merah karena sifat tahan asam dari *M.tuberculosis* yang disebabkan oleh penyusun dinding sel yang kompleks.

Dinding *M.tuberculosis* sangat kompleks, terdiri dari lapisan lemak cukup tinggi (60%). Penyusun utama dinding selnya ialah asam mikolat, lilin kompleks (complex waxes), trehalosa dimikolat (*cord factor*), dan mycobacterial sulfolipids yang berperan dalam virulensi. Unsur lain yang terdapat pada dinding sel bakteri tersebut adalah polisakarida seperti arabinogalaktan dan arabinomanan. Struktur dinding sel yang kompleks tersebut menyebabkan *M.tuberculosis* bersifat tahan asam, (PDPI, 2006).

Uji Resistensi Obat Antituberkulosis Isoniazid terhadap Bakteri *M. tuberculosis*

Isoniazid merupakan obat lini pertama yang diberikan kepada penderita penyakit Tuberkulosis (TBC). Namun, beberapa tahun terakhir semakin banyak ditemukan kasus resistensi terhadap obat tersebut. Resistensi terhadap isoniazid (INH) sebagian besar disebabkan oleh adanya mutasi kromosom pada gen target. Namun, sekitar 20 - 30% dari isolat *M.tuberculosis* yang resisten INH tidak memiliki mutasi pada salah satu gen yang terkait dengan resistensi INH. Hal ini menunjukkan adanya mekanisme lain yang mungkin terlibat seperti sistem *Efflux pump*. Penentuan tingkat resistensi obat terhadap bakteri dapat digunakan untuk menafsirkan *Minimal Inhibitory Concentrations* (MIC) dari isolat bakteri *M.tuberculosis* yang penting untuk pencegahan penyebaran penyakit TB khususnya negara-negara berkembang.

Untuk mengetahui resistensi obat antituberkulosis lini pertama salah satunya yaitu isoniazid maka dilakukan uji resisten terhadap bakteri *M.tuberculosis* dengan menggunakan empat konsentrasi obat yang berbeda. MIC didefinisikan sebagai konsentrasi terendah yang benar-benar menghambat pertumbuhan MDR-TB isolat (Singh, 2014). Definisi ini digunakan untuk menginterpretasikan hasil kerentanan. MIC dari isoniazid yang sering digunakan yaitu berada dikonsentrasi 0,2 µg/ml sehingga untuk penelitian ini digunakan empat konsentrasi yaitu 0,1 µg/ml, 0,2 µg/ml, 1 µg/ml, dan 2 µg/ml serta GC (*Growth Control*) sebagai kontrol

Isolat yang ditumbuhkan yaitu sebanyak 0,5 McFarland disetarakan dengan konsentrasi bakteri $1,5 \times 10^8$ CFU/ml. Standar McFarland adalah standar kekeruhan yang digunakan untuk mengatur konsentrasi tertentu mikroorganisme yang diperlukan dalam studi eksperimental (Singh, 2014). Semua isolat ditumbuhkan pada media LJ yang merupakan media padat dan bersifat spesifik untuk pertumbuhan bakteri kelompok *Mycobacterium spp.*

Tingkat resistensi diamati dari pertumbuhan isolat dengan interval waktu 7 hari (7, 14, 21, 28). Jumlah koloni dihitung secara langsung sebagai pelaporan kuantitatif hasil pertumbuhan bakteri didasarkan oleh banyaknya koloni yang tumbuh pada media (Tabel 2). Pemeriksaan ini sesuai dengan standar yang digunakan oleh WHO dalam Laboratory Service in Tuberculosis Control Part

III: Culture (1998) dan digunakan pula pada laboratorium NECHRI HUM-RC RS Wahidin Sudirohusodo, Makassar.

Tabel 2. Pelaporan kuantitatif pertumbuhan bakteri

Pembacaan	Pelaporan
Tidak Tumbuh	Negatif
1-19 Koloni	Positif (Hitung Koloni)
20-100 Koloni	Positif (1+)
100-200 Koloni	Positif (2+)
200-500 Koloni	Positif (3+)
>500 Koloni	Positif (4+)
Kontaminan	Kontaminan

Berdasarkan hasil pengamatan koloni bakteri selama 4 minggu terlihat adanya data yang bervariasi setiap minggunya. Dari data yang ada menunjukkan bahwa pada minggu pertama masih sangat sedikit isolat yang tumbuh terutama pada *Growth Control* (GC). Adanya koloni pada GC menjadi dasar tumbuh atau tidaknya bakteri karena pada GC tidak ada obat yang diberikan sehingga aktivitas pertumbuhan bakteri tidak akan terhambat. Sedangkan minggu kedua masih ada 1 sampel GC yang belum mengalami pertumbuhan. Sehingga data tersebut belum dapat diolah sebagai hasil uji resistensi karena kemungkinan bakteri belum tumbuh optimal pada minggu pertama dan kedua.

Pengamatan minggu ketiga dan keempat menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri pada semua sampel terutama pada Mtb. Strain ATCC 35822 dan *Growth Control* yang merupakan kontrol pertumbuhan. Hanya saja mengalami perbedaan pada jumlah koloni yang tumbuh pada permukaan media (Tabel 3). Sesuai dengan teorinya bahwa medium Lowenstein Jensen memerlukan waktu yang lama untuk mendeteksi pertumbuhan *M. tuberculosis* dalam bentuk koloni (*visible growth*), yaitu selama 3 – 8 minggu (WHO, 1998).

Tabel 3. Pertumbuhan bakteri *M. tuberculosis* pada media Lowenstein Jensen selama 4 minggu

Sampel	Minggu Pertama					Minggu Kedua					Minggu Ketiga					Minggu Keempat				
	GC	[0,1]	[0,2]	[1]	[2]	GC	[0,1]	[0,2]	[1]	[2]	GC	[0,1]	[0,2]	[1]	[2]	GC	[0,1]	[0,2]	[1]	[2]
A1	-	-	-	-	-	1+	1+	1+	1+	1	1+	1+	1+	1+	1	1+	1+	1+	1+	3
A2	2	-	-	1	-	5	-	-	2	-	1+	1+	11	16	-	1+	1+	2+	1+	-
A3	-	-	-	-	-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	2+	1+	1+	1+	1+	2+	1+	1+
A4	1	-	2	-	-	1+	1+	1+	-	-	2+	2+	1+	9	1	2+	2+	1+	18	17
A5	-	1	-	-	-	2+	2+	2+	-	-	2+	2+	2+	1+	-	2+	2+	2+	1+	-
A6	-	-	-	-	-	1+	-	-	-	-	1+	1+	-	5	-	1+	1+	-	5	-
A7	4	-	-	-	-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	2+
A8	-	1	-	-	-	1+	1+	1+	12	-	1+	1+	1+	1+	1+	2+	1+	1+	2+	1+
A9	-	5	-	-	3	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	2+	2+	1+	1+	1+
A10	-	-	-	-	-	1+	1+	1+	-	-	1+	2+	2+	-	-	1+	2+	2+	-	-
A11	-	1	-	-	-	1+	1+	1+	1+	1+	2+	1+	1+	1+	1+	2+	1+	1+	1+	1+
A12	-	-	-	2	-	1+	1+	-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
A13	-	-	-	-	-	1+	1+	1+	-	-	1+	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	1+	1+
A14	4	-	-	-	-	1+	1+	1+	-	-	1+	1+	1+	-	-	1+	1+	1+	3	-
A15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
H37RV	1	-	-	1	3	1+	1+	3	1+	10	1+	1+	12	1+	15	1+	1+	17	1+	15
ATCC	-	-	-	-	-	1+	-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+

Keterangan :

I	: Minggu Pertama	-	: Negatif
II	: Minggu Kedua	1-19	: Jumlah Koloni
III	: Minggu Ketiga	1+	: 20 - 100 koloni
IV	: Minggu Keempat	2+	: 100 - 200 koloni
GC	: <i>Growth Control</i>		
[0,1]	: Konsentrasi 0,1 µg / ml		
[0,2]	: Konsentrasi 0,2 µg / ml		
[1]	: Konsentrasi 1 µg / ml		
[2]	: Konsentrasi 2 µg / ml		

Berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh maka sifat resistensi bakteri terhadap obat dapat ditentukan (Tabel 4). Pengamatan pada minggu keempat digunakan untuk menentukan resistensi bakteri *M.tuberculosis* karena telah terjadi pertumbuhan optimal pada bakteri.

Pada kontrol bakteri *Mtb* strain H37RV (susceptible) menunjukkan bahwa bakteri bersifat hampir sensitif atau agak resisten (Intermediet) pada semua tingkat konsentrasi obat. Hal ini disebabkan karena kemampuan bakteri *M. tuberculosis* strain H37RV untuk memanfaatkan obat lebih efisien. Sedangkan pada *Mtb* strain ATCC 35822 bakteri mampu tumbuh atau resisten pada semua tingkat konsentrasi obat. Jika melihat dari standar MIC maka hanya satu isolat yaitu A.6 yang diuji memiliki MIC yang sama dengan MIC standar yang sering digunakan dalam penggunaan obat yaitu konsentrasi 0,2 µg / ml.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Machado, dkk. (2013) di Lisbon Portugal menyatakan bahwa penetapan resistensi isoniazid tingkat rendah yaitu ($0.1 < \text{MIC} < 1.0 \mu\text{g} / \text{ml}$). Sehingga dari 15 isolat terdapat 1 isolat yaitu A6 yang dapat digolongkan memiliki resistensi isoniazid tingkat rendah karena mampu menghambat pada konsentrasi obat 0,2 µg / ml sedangkan 14 isolat yaitu A1, A2, A3, A4, A5, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14 dan A15 digolongkan memiliki resistensi isoniazid tingkat tinggi karena memiliki MIC pada konsentrasi obat $\geq 1.0 \mu\text{g} / \text{ml}$. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi hambat minimum yang digunakan saat ini adalah jauh lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang sering digunakan.

Berdasarkan hasil uji resistensi terhadap isolat bakteri *M. tuberculosis* pada inkubasi minggu keempat, diperoleh hasil bahwa terdapat 8 isolat (A3,A7,A8,A9,A11,A12,A13,A15) yang bersifat resisten pada konsentrasi obat isoniazid 2 µg / ml .

Dari 15 sampel *M.tuberculosis* strain klinis yang ditumbuhkan pada medium LJ pada empat konsentrasi obat isoniazid yang berbeda menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,1 µg/ml terdapat 15 sampel (100%) resisten. Konsentrasi 0,2 µg/ml terdapat 14 sampel (93,33%) resisten dan 1 sampel (6,67%) sensitif. Konsentrasi 1 µg/ml terdapat 11 sampel (73,33%) resisten, 3 sampel (20%) sensitif dan 1 sampel (6,67%) intermediet. Konsentrasi 2 µg/ml terdapat 8 sampel (53,33%) resisten, 6 sampel (40%) sensitif, dan 1 sampel (6,67%) intermediet.

Tabel 4. Hasil uji resisten obat Isoniazid berbagai konsentrasi terhadap *Mycobacterium tuberculosis*

No	Sampel	Jumlah Koloni					Resistensi Obat Isoniazid ($\mu\text{g} / \text{ml}$)				
		GC	[0,1]	[0,2]	[1]	[2]	GC	[0,1]	[0,2]	[1]	[2]
1.	A1	46	55	49	51	3	R	R	R	R	S
2.	A2	32	39	>100	44	-	R	R	R	R	S
3.	A3	41	59	>100	49	43	R	R	R	R	R
4.	A4	>100	>100	66	18	17	R	R	R	I	I
5.	A5	>100	>100	>100	64	-	R	R	R	R	S
6.	A6	67	61	-	5	-	R	R	S	S	S
7.	A7	45	51	29	39	>100	R	R	R	R	R
8.	A8	>100	54	65	>100	57	R	R	R	R	R
9.	A9	>100	>100	42	31	35	R	R	R	R	R
10.	A10	66	>100	>100	-	-	R	R	R	S	S
11.	A11	>100	47	46	58	43	R	R	R	R	R
12.	A12	54	42	38	41	52	R	R	R	R	R
13.	A13	29	38	30	37	26	R	R	R	R	R
14.	A14	30	39	36	3	-	R	R	R	S	S
15.	A15	47	35	40	43	27	R	R	R	R	R
16.	H37RV	31	20	17	23	15	R	I	I	I	I
17.	ATCC	59	53	44	40	35	R	R	R	R	R

Keterangan = R : Resisten, S : Sensitif, I : Intermediet

- koloni negatif : Sensitif

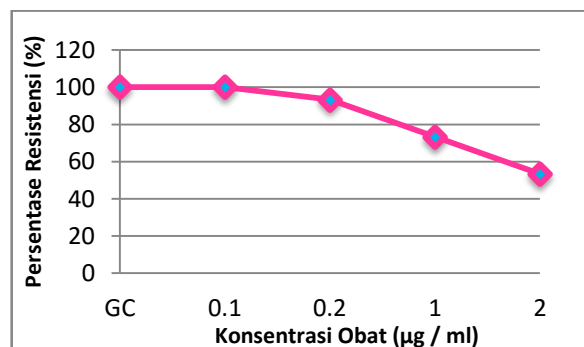
1-5 koloni : Sensitif

6-24 koloni : Intermediet

25-100 koloni : Resisten

>100 koloni : Sangat resisten

(Sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Farmasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia dalam Misnadiary dan Yun, 2010).



Gambar : Hubungan konsentrasi obat dan persentase resistensi

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi obat yang digunakan maka semakin berkurang angka resistensi bakteri yang terjadi dan begitu pula sebaliknya. Dapat dikatakan bahwa konsentrasi obat dapat memengaruhi sensitivitas bakteri. Hal ini dijelaskan pada penelitian yang dilakukan oleh Steenwinkel dkk., (2010) menemukan bahwa pembunuhan dari mutan yang resisten isoniazid atau resisten rifampisin diperlukan konsentrasi obat yang sangat tinggi. Seperti yang diketahui bahwa sulit untuk mencapai konsentrasi obat yang tinggi ditempat yang terinfeksi sehingga penting untuk menghindari terjadinya resisten dengan cara mengoptimalkan konsentrasi obat yang dicapai untuk pengurangan maksimum beban *Mycobacteria*.

Perubahan jumlah populasi bakteri yang terjadi disebabkan oleh adanya paparan obat dan adanya satu atau dua bakteri yang mampu bertahan hidup dan mempunyai peluang untuk menciptakan satu galur baru yang resisten. Selama 4 minggu, perubahan jumlah populasi bakteri dipacu oleh penurunan pertumbuhan dari populasi bakteri yang masih rentan terhadap obat. Penghentian pembunuhan bakteri terjadi ketika populasi bakteri yang resisten terhadap obat berada pada fase pertumbuhan eksponensial dengan jumlah melebihi organisme yang rentan terhadap obat. Populasi bakteri rentan terus mati dan bakteri resisten terus memperbanyak diri. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa penghentian pembunuhan untuk sebagian besar bakteri disebabkan oleh munculnya perlawanan terhadap obat isoniazid.

Isoniazid (INH) adalah obat anti tuberkulosis lini pertama. INH dapat memasuki basil tuberkel melalui difusi pasif. Setelah masuk ke dalam sel, INH diubah menjadi bentuk aktifnya oleh enzim katalase-peroksidase (KatG) yang dikode oleh gen *katG*. Diduga, INH yang aktif berupa bentuk teroksidasinya. Enzim *katG* merupakan satu-satunya enzim yang mengaktivasi INH oleh karena itu hilangnya aktivitas KatG akibat mutasi pada gen *katG* mengakibatkan *M.tuberculosis* resisten terhadap INH (Zhang dkk., 2005).

Mekanisme yang menyebabkan resistensi tidak selalu diketahui. Istilah “resistensi obat fenotipik” digunakan untuk menunjukkan *Mycobacteria* toleran obat yang memperlihatkan pengurangan kerentanan terhadap obat anti-TB tanpa mutasi genetik. Resistensi obat fenotipik dapat disebabkan oleh peningkatan *Efflux pump*, penurunan permeabilitas atau modifikasi obat dan enzim sehingga konsentrasi obat intraseluler berkurang. Resistensi obat genotipik menunjukkan resistensi yang berhubungan dengan mutasi genom *Mycobacterium tuberculosis* (Steenwinkel, dkk., 2010).

Efflux pump (EP) adalah sebuah protein transmembran yang aktif mengambil bagian dalam mengangkut berbagai substrat termasuk obat anti-TB dari sitoplasma ke luar sel sehingga meniadakan aktivitas obat. Tingkat ekspresi relatif dari gen yang mengkode membran utama transpor *efflux pump* dalam *M.tuberculosis* yaitu *mmpL7*, *p55*, *efpA* (*Rv2459*), *mmr*, dan *Rv1258c* (Pal, dkk., 2014).

Keberhasilan pengobatan antibiotik dipengaruhi oleh berbagai faktor. Selain jenis antibiotik dan spektrum antimikroba, aspek farmakologis yaitu farmakokinetik dan farmakodinamik merupakan faktor yang sangat penting (Amin, 2014).

Setelah diabsorpsi, obat akan berkaitan dengan albumin sebagai protein dominan dalam serum dan kemudian didistribusikan ke seluruh tubuh melalui sirkulasi darah. Persentase antibiotik yang terikat secara reversibel terhadap albumin serum digambarkan dengan istilah protein binding. Obat kemudian akan melepaskan diri dari ikatannya dengan albumin, dan menembus beberapa membran sel sesuai dengan gradien konsentrasi dan mencapai tempat infeksi lalu berikatan dengan protein jaringan (Amin, 2014).

Pada antibiotik golongan *concentration dependent* maka semakin tinggi kadar obat dalam darah maka semakin tinggi pula daya kerjanya sehingga

kecepatan dan efektivitas kerjanya dapat ditingkatkan dengan menaikkan kadar obat dalam darah hingga jauh di atas MIC.

Menurut Zhao and Karl (2001) konsentrasi yang berlebih diperlukan untuk memblokir atau membatasi pertumbuhan *M.tuberculosis*. Konsentrasi antibiotik yang memungkinkan tidak ada mutan tumbuh kembali sebagai konsentrasi pencegahan mutant (*Mutant Prevention Concentration / MPC*). Untuk mencegah adanya mutan yang resisten, konsentrasi obat sebaiknya berada di atas MIC tetapi di bawah MPC nya.

Konsentrasi yang lebih tinggi dilingkungan mikro mungkin lebih mampu mengatasi efek dari *efflux pump*. Konsentrasi puncak yang lebih tinggi memungkinkan tercapainya konsentrasi intraseluler yang lebih tinggi (Gumbo, dkk., 2007). Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa kenaikan konsentrasi dapat menimbulkan efek samping seperti neuritis purifier, hepatitis dan hepatotoksisitas idiosinkrasi yang merupakan efek samping INHpaling berat.

Penelitian ini bisa menjadi referensi yang penting untuk meminimalkan efek racun/toksisitas dari isoniazid sehingga resep sebagai obat TB untuk pasien dapat diandalkan dan aman, dalam hal ini tidak memiliki efek buruk bagi pasien. Hasil penelitian ini akan memungkinkan untuk studi masa depan yang berfokus pada mempertahankan konsentrasi efektif dari isoniazid, sementara secara bersamaan meminimalkan toksisitas. Hasil penelitian ini akan membentuk sebuah langkah penting dalam penggunaan yang lebih luas dari obat TB khususnya isoniazid sebagai obat lini pertama (*first line drugs*).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 15 sampel klinis *M. tuberculosis* yang ditumbuhkan pada medium Lowenstein Jensen dengan empat konsentrasi obat isoniazid yang berbeda menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,1 µg/ml terdapat 15 sampel (100%) resisten. Konsentrasi 0,2 µg/ml terdapat 14 sampel (93,33%) resisten dan 1 sampel (6,67%) sensitif. Konsentrasi 1 µg/ml terdapat 11 sampel (73,33%) resisten, 3 sampel (20%) sensitif dan 1 sampel (6,67%) intermediet. Konsentrasi 2 µg/ml terdapat 8 sampel (53,33%) resisten, 6 sampel (40%) sensitif, dan 1 sampel (6,67%) intermediet.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]Amin, L.Z., (2014) *Pemilihan Antibiotik yang Rasional*. PPDS Ilmu Penyakit Dalam. Fakultas Kedokteran-UI. Jakarta. 27(3) : hal.40-45.
- [2]Machado, D., J. Perdigao, J. Ramos, I. Couto, I. Portugal, C. Ritter, E.C. Boettger, and M. Viveiros,(2013) *High-Level Resistance to Isoniazid and Ethionamide in Multidrug-Resistant Mycobacterium tuberculosis of the Lisboa Family is Associated with InhA Double Mutations*. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. Vol.68 : p.1728-1732.
- [3]Madison, B.M., H.S. Salman, H. Leonid, G. Wendy, H. Mike, W. Nancy, T. Anthony, M. Glenn, and C.R John, (2004) *Identification of a Mycobacterium tuberculosis Strain with Stable, Low-Level Resistance to Isoniazid*. American

- Society for Microbiology, Washington, D.C. *Journal of Clinical Microbiology*. 42(3) : p. 1294–1295.
- [4] Mansyur, S., Temasonge, T.Y. Aditama and A. Jusuf, (2011) *The Pattern of Antituberculosis Drug in Pulmonary Tuberculosis Pattern, TB Outpatient Clinic*. Jurnal Respiratory Indonesia. Vol 21: p. 24-7.
- [5] Misnadiarly dan Y. Astuti, (2010) *Hambatan Pertumbuhan Koloni M.tuberculosis H37RV dan MDR-TB oleh Ekstrak Daun Hibiscus similis (Waru) di Laboratorium*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Farmasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia.
- [6] Pal, R., Z. Fatima and S. Hameed, (2014) *Efflux Pump in Drug Resistance of Mycobacterium tuberculosis : A Panoramic View*. Amity Institute of Biotechnology, Amity University Haryana, India. *International J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 3(8) : p. 528-546.
- [7] Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI), (2006) *Tuberkulosis Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan Di Indonesia* (Online), (<http://www.klikpdpi.com/konsensus/tb/tb.html>). Diakses pada tanggal 11 Maret 2015.
- [8] Singh, R., (2014) *Determination of Minimum Inhibitor Concentration of Cycloserine in Multidrug Resistant Mycobacterium tuberculosis Isolates*. Jordan Journal of Biological Science. 7(2) : p. 139-145.
- [9] Steenwinkel, J.E.M, G. Knecht, M. Kate, A. Belkum, H. Verbrugh, K. Kremer, D. Soolingen. and I.A.J.M Bakker, (2010) *Time-Kill Kinetics of Anti-Tuberculosis Drugs, and Emergence of Resistance, in Relation to Metabolic Activity of Mycobacterium tuberculosis*. Journal of Antimicrobial Chemotherapy.
- [10] World Health Organization (WHO), (1998) *Laboratory Service in Tuberculosis Control; Part III: culture*. p: 37-88.
- [11] Zhang, Y., B. Heym, B. Allen, D. Young, and S. Cole, (2005) *The Catalase-Peroxidase Gene and Isoniazid Resistance of Mycobacterium tuberculosis*. 358: p. 591-593.
- [12] Zhao, X. and D. Karl, (2001) *Restricting the Selection of Antibiotic-Resistant Mutant: A General Strategy Derived from Fluoroquinolone Studies*. Public Health Research Institute, New York. 23: p. 147-156.

**DETEKSI RESISTENSI *Mycobacterium tuberculosis*
TERHADAP OBAT ANTITUBERKULOSIS RIFAMPICIN
DENGAN BERBAGAI KONSENTRASI**

(Detection of *Mycobacterium tuberculosis* Resistance to Anti-tuberculosis Drugs
Rifampicin with Different Concentration)

Haedar, N.¹⁾, Ramdha Mawaddha²⁾, Zaraswati Dwyana³⁾, Muh. Nasrum Massi⁴⁾,

1. Tim Peneliti Mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar, 90915
 2. Dosen Pembimbing Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar, 90915
 3. Dosen Pembimbing Fakultas Kodekteran Universitas Hasanuddin, Makassar, 90915
- emailramdhamawaddhaelf@gmail.com

ABSTRAK

Tiap tahunnya kasus tuberkulosis terus meningkat. Salah satu penyebabnya adalah angka resistensi yang tinggi terhadap obat antituberkulosis, baik resisten primer maupun resisten sekunder. Untuk itu dilakukan penelitian "Deteksi Resistensi *Mycobacterium tuberculosis* Terhadap Obat Antituberkulosis Rifampicin pada Berbagai Konsentrasi". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui resistensi *M. tuberculosis* terhadap obat antituberkulosis Rifampicin berbagai konsentrasi. Sampel dalam penelitian ini 14 isolat *M. tuberculosis* strain klinis, satu isolat bakteri *M. tuberculosis* strain H37RV dan satu isolat bakteri *M. tuberculosis* ATCC 700457 sebagai kontrol. Isolat tersebut adalah koleksi Laboratorium NECHRI HUM-RC RS Wahidin Sudirohusodo Makassar. Sampel kemudian diremajakan pada medium Middlebrook 7H9 Broth. Setiap sampel dibuat dengan suspensi 0,5 Mc Farland. Karakterisasi isolat bakteri *M. tuberculosis* meliputi morfologi koloni dan pengecatan Ziehl-Neelsen. Sebanyak 14 sampel bakteri *M. tuberculosis* strain klinis yang ditumbuhkan pada medium Lowenstein Jensen dengan berbeda konsentrasi obat. Diketahui pada konsentrasi 30 µg/ml sebanyak 9 sampel (64,28%) resisten, 5 sampel intermediet. Konsentrasi 40 µg/ml terdapat 10 sampel (71,42%) resisten, 4 sampel intermediet. Konsentrasi 60 µg/ml semua sampel (14) resisten (100%). Konsentrasi 80 µg/ml 11 sampel (78,57%), 3 sampel intermediet.

Kata Kunci: Resistensi, *Mycobacterium tuberculosis*, Antituberkulosis, Rifampicin.

1. PENDAHULUAN

Penyakit tuberkulosis (TB) adalah penyakit pada manusia yang terjadi karena adanya infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Menurut data badan kesehatan dunia World Health Organization (WHO) pada tahun 2010, diperkirakan ada 9,4 juta kasus tuberkulosis di dunia. Setara dengan 137 kasus per 100.000 penduduk. Pada tahun 2007 jumlah penderita tuberkulosis di Indonesia sekitar 528 ribu atau berada di posisi tiga dunia setelah India dan Cina. Sedangkan pada tahun 2009, mencatat peringkat Indonesia menurun ke posisi lima dengan jumlah penderita TB sebesar 429 ribu orang. Lima negara dengan jumlah terbesar kasus pada tahun 2009 adalah India, Cina, Afrika Selatan, Nigeria dan Indonesia (WHO, 2010).

Penyakit TB ini disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan. Sumber

penularan penyakit ini adalah pasien tuberkulosis, Basil Tahan Asam (BTA) positif pada waktu batuk atau bersin, pasien menyebarkan kuman ke udara dalam bentuk percikan dahak yang sekali batuk dapat menghasilkan sekitar 3000 percikan dahak.

Terjadinya kasus resistensi terhadap obat antituberkulosis diakibatkan adanya mutasi kromosom pada bakteri *M. tuberculosis*. Mutasi tersebut menyebabkan kondisi sensitivitas bakteri terhadap obat antituberkulosis berkurang. Mutasi ini terjadi pada gen yang mengkode target obat atau gen yang berperan dalam interaksi obat dengan targetnya pada *M. tuberculosis*.

Sekitar tahun 1970, obat rifampicin muncul pertama kali dan menjadi pilihan obat paling penting pada penyakit lepra. Target pengobatan rifampicin ini terletak pada sub-unit beta dari DNA dependent RNA polymerase, yang selanjutnya dikenal dengan istilah gen *rpoB*. Masih terdapat tantangan dalam pengobatan tuberkulosis di dunia juga Indonesia. Diantaranya adalah terjadi resistensi primer maupun sekunder oleh bakteri terhadap obat antituberkulosis atau *Multi Drug Resistance* (MDR). MDR-TB saat ini menjadi penyakit yang resisten terhadap obat antituberkulosis isoniazid (INH) dan rifampicin (R) serta dapat lebih dari satu atau dua obat (Tulak, 2009).

Medium pertumbuhan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang umum digunakan adalah medium Lowenstein Jensen (LJ). Dengan medium LJ digunakan konsentrasi 40 µg/ml (Ramayanti, dkk., 2005). Namun telah ditemukan kasus baru bahwa rifampicin resisten terhadap konsentrasi obat 40 µg/ml (WHO, 2007). Berdasarkan hal tersebut sehingga perlu dilakukan uji resistensi obat rifampicin untuk mengetahui konsentrasi yang efektif dan tidak resisten terhadap bakteri *M. tuberculosis*.

2. METODE PENELITIAN

Pembuatan Medium

Medium yang digunakan adalah Middlebrook 7H9 Broth powder ditimbang sebanyak 0,235 gram. Untuk medium Lowenstein Jensen (LJ) powder ditimbang sebanyak 37,5 gram selanjutnya dilarutkan dalam air suling sebanyak 600 ml, kemudian ditambahkan 12 ml gliserol, setelah itu disterilkan.

Penyiapan Sampel Uji

Sampel penelitian ini adalah 15 sampel *Mycobacterium tuberculosis* strain klinis, *Mycobacterium tuberculosis* strain ATCC 700457 (strain yang resisten R) dan *Mycobacterium tuberculosis* strain H37RV (strain susceptible) yang diperoleh dari laboratorium NEHCRI Hasanuddin University Medical –Research Center (HUM-RC), Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, Makassar, Sulawesi Selatan. Bakteri uji masing-masing sebanyak 1 ml diinokulasikan ke dalam 4 ml medium Middlebrook 7H9 Broth. Kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 2 minggu. Kemudian hasil peremajaan yang diinokulasikan disuspensikan dengan NaCl 0,9% steril dengan standar kekeruhan 0,5 McFarland yaitu 4 ml NaCl ditambahkan 1 ml bakteri uji.

Pembuatan Konsentrasi Obat Rifampicin (R)

Sebanyak 0,1 gram rifampicin ditambahkan N, N-dimethyl foramamide 10 ml sehingga terbentuk konsentrasi 10.000 µg./ml. Kemudian rifampicin dengan konsentrasi 1000 µg/ml dibuat dengan konsentrasi yang berbeda. Selanjutnya masing-masing konsentrasi rifampicin 30 µg, 40 µg, 60 µg, 80 µg diambil 7 ml dan dimasukkan ke dalam lima tabung reaksi berbeda.

Pengujian Resistensi Berbagai Konsentrasi Rifampicin terhadap pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*

Sebanyak 15 sampel bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, strain ATCC 700457 dan strain H37RV masing-masing diambil 5 µl suspensi bakteri. Kemudian ditetaskan pada permukaan medium Lowenstein Jensen (LJ) yang telah berisi masing-masing rifampicin dengan konsentrasi 30 µg/ml, 40 µg/ml, 60 µg/ml dan 80 µg/ml.

Pengamatan Morfologi

Pengamatan dilakukan satu kali satu minggu selama empat minggu. Pengamatan morfologi koloni dilakukan dengan melihat bentuk, tepi, elevasi dan warna *Mycobacterium tuberculosis* memiliki karakteristik khas tipe koloni kasar warna kekuningan, koloninya tidak memiliki pigmentasi. Pengamatan morfologi sel dilakukan dengan teknik pewarnaan Ziehl Neelsen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* Secara Makroskopis**

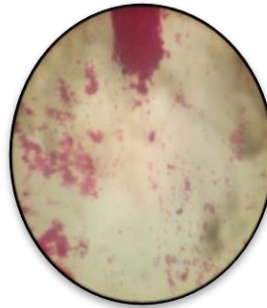
Sebanyak 15 sampel bakteri *M. tuberculosis* ditumbuhkan pada medium Lowenstein Jensen (LJ) yang telah berisi masing-masing obat rifampicin dengan konsentrasi obat 30 µg/ml, 40 µg/ml, 60 µg/ml dan 80 µg/ml. Perlakuan konsentrasi obat yang sama untuk kontrol positif menggunakan bakteri *M. tuberculosis* strain ATCC 700457 dan *M. tuberculosis* strain H37RV. Pengamatan hingga empat minggu seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Koloni *M. tuberculosis* yang tumbuh pada media Lowenstein Jensen (LJ)

Sampel yang tumbuh diketahui adalah *M. tuberculosis*. Selain itu juga dilakukan pengamatan mikroskopis dengan pengecatan Ziehl-Neelsen untuk memastikan bahwa koloni yang tumbuh adalah *M. tuberculosis* bukan kontaminasi.

Pengamatan Mikroskopis Isolat Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*



Gambar 6. Hasil Pengecatan Ziehl-Neelsen Sampel *M. tuberculosis* dengan Pembesaran 100x10

Koloni *M. tuberculosis* setelah dilakukan pewarnaan-terlihat berbentuk basil berwarna merah. Berdasarkan hasil pengecatan yang dilakukan maka hasil yang diperoleh adalah 16 bakteri yang diuji adalah *Mycobacterium tuberculosis*. Hal tersebut ditunjukkan dengan ciri bentuk basil berwarna merah. Tidak ditemukan bakteri yang bukan *Mycobacterium tuberculosis*.

Uji Resistensi *Mycobacterium tuberculosis* terhadap Obat Antituberkulosis Rifampicin terhadap Bakteri

Minimal Inhibitory Concentrations (MIC) atau konsentrasi hambat minimum didefinisikan sebagai konsentrasi terendah yang benar-benar menghambat pertumbuhan MDR-TB isolat (Gieffers, dkk., 1998). MIC obat rifampicin standar yang digunakan untuk menghambat *M. tuberculosis* adalah 0.002 µg/mL – 64 µg/mL (Gieffers, dkk., 1998). Sehingga untuk penelitian ini digunakan empat konsentrasi yaitu 30 µg / ml, 40 µg / ml, 60 µg / ml, dan 80 µg / ml serta GC (*Growth Control*) atau sebagai kontrol pertumbuhan.

Resistensi diamati dengan pengamatan isolat selama empat minggu dengan interval waktu tujuh hari. Koloni dihitung secara langsung sebagai pelaporan kuantitatif hasil pertumbuhan bakteri didasarkan oleh banyaknya koloni yang tumbuh pada permukaan media (Tabel 1). Pemeriksaan ini sesuai dengan standar yang digunakan oleh WHO dalam Laboratory Service in Tuberculosis Control Part III: Culture (1998) dan digunakan pula pada laboratorium NECHRI HUM-RC RS Wahidin Sudirohusodo, Makassar. Berdasarkan sifat pertumbuhan koloni *M. tuberculosis* maka jumlah koloni bakteri dapat terlihat pada Tabel 2.

Terdapat satu sampel yaitu B6 yang tidak menunjukkan pertumbuhan sama sekali hingga minggu ke empat. Sehingga kemungkinan yang dapat terjadi adalah tidak ada sampel bakteri yang diberikan pada saat pengujian dengan memasukkan sampel bakteri pada media LJ yang telah berisi konsentrasi obat. Atau jumlah bakteri yang sedikit.

Tabel 2. Perhitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada Media Lowenstein Jensen (LJ) dengan berbagai konsentrasi obat

BAKTERI	Konsentrasi Obat Rifampicin (R)																GC			
	[30]				40]				[60]				[80]							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
B1	-	+	1+	1+	-	-	+	1+	-	-	1+	1+	-	+	1+	2+	-	+	+	1+
B2	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+
B3	-	-	+	+	-	-	+	1+	-	+	1+	2+	-	+	+	+	-	+	+	+
B4	-	-	+	1+	-	-	+	1+	-	+	+	1+	-	-	+	1+	-	-	+	1+
B5	-	+	+	+		+	1+	1+	-	+	1+	2+	-	+	1+	1+	-	+	1+	1+
B6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B7	-	+	+	+	-	+	+	1+	-	1+	1+	1+	-	-	1+	1+	+	1+	1+	1+
B8	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	1+	1+
B9	1+	1+	1+	2+	-	-	1+	2+	-	1+	2+	2+	-	+	2+	2+	+	1+	1+	1+
B10	-	+	1+	1+	-	-	1+	1+	-	+	1+	1+	-	+	1+	1+	-	1+	1+	1+
B11	-	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	1+	2+	2+
B12	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	1+
B13	-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+
B14	-	+	1+	1+	-	-	+	1+	-	-	1+	2+	-	-	+	1+	-	1+	1+	2+
B15	-	+	1+	1+	-	+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	+	1+	1+	-	+	1+	1+
H37RV	+	+	+	+	-	-	1+	1+	+	1+	1+	1+	-	-	1+	1+	-	-	1+	1+
ATCC 700567	1+	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+

Sumber: WHO. Laboratory Services in Tuberculosis Control (III)

Keterangan :

I : Minggu Pertama,

II : Minggu Kedua,

III : Minggu Ketiga,

IV : Minggu Keempat

GC : *Growth Control* (kontrol pertumbuhan)

Pada pengamatan minggu pertama pengamatan terdapat lima sampel yang telah tumbuh. Minggu kedua terdapat 13 sampel yang tumbuh. Sedangkan untuk minggu ketiga 16 sampel hingga pengamatan minggu terakhir. Termasuk sampel kontrol H37RV dan strain ATCC 700457. Hanya saja mengalami perbedaan jumlah koloni yang tumbuh seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Lamanya masa inkubasi mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada medium LJ. Medium ini berupa media padat berbasis telur yang pembuatannya mudah, murah, dapat disimpan dalam waktu lama, dan juga dapat digunakan untuk identifikasi awal mikobakterium.

Tabel 3. Hasil uji resisten *Mycobacterium tuberculosis* terhadap obat Rifampicin berbagai konsentrasi

No.	Sampel	Jumlah Koloni Bakteri					Resistensi Obat Rifampicin ($\mu\text{g} / \text{ml}$)				
		GC	[30]	[40]	[60]	[80]	GC	[30]	[40]	[60]	[80]
1	B1	26	72	45	56	>100	R	R	R	R	R
2	B2	>100	>100	>100	>100	>100	R	R	R	R	R
3	B3	25	30	36	76	20	R	R	R	R	I
4	B4	30	22	24	31	27	R	I	I	R	R
5	B5	40	15	40	76	60	R	I	R	R	R
6	B6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	B7	56	15	34	40	56	R	I	R	R	R
8	B8	40	>100	63	27	20	R	R	R	R	I
9	B9	29	>100	60	63	97	R	R	R	R	R
10	B10	34	30	39	36	39	R	R	R	R	R
11	B11	26	27	35	45	40	R	R	R	R	R
12	B12	26	17	20	26	16	R	I	I	R	I
13	B13	38	29	36	30	27	R	R	R	R	R
14	B14	67	29	18	66	36	R	R	I	R	R
15	B15	29	22	19	66	38	R	I	I	R	R
16	H37RV	46	1	30	35	31	R	S	R	R	R
17	ATCC 700567	56	45	40	56	60	R	R	R	R	R

Keterangan : R:Resisten, S: Sensitif

0 koloni negatif

Sensitif

1-5 ditulis jumlahnya

Sensitif

(6-24 koloni)

Intermediet

(25-100 koloni)

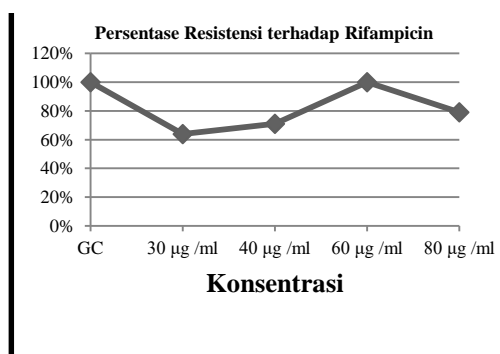
Resisten

(>100 koloni)

Sangat resisten

Sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Farmasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia.

Jumlah sampel yang dianalisis lebih lanjut adalah 14 sampel. Dari 14 sampel bakteri *Mycobacterium tuberculosis* strain klinis tersebut dengan berbeda konsentrasi obat diketahui bahwa pada konsentrasi 30 $\mu\text{g}/\text{ml}$ terdapat 9 sampel resisten dengan persentase resistensi 64,28 %, 5 sampel intermediet dan 1 sampel sensitif. Untuk konsentrasi 40 $\mu\text{g} / \text{ml}$, terdapat 10 sampel resisten dengan persentase 71,42 %, 4 sampel intrmediet dan tidak ada sampel sensitif. Sedangkan pada konsentrasi 60 $\mu\text{g} / \text{ml}$ semua sampel resisten, sehingga persentase resistensinya 100% dan untuk konsentrasi 80 $\mu\text{g} / \text{ml}$ terdapat 11 sampel resisten dengan persentase 78,57%, tiga sampel intermediet dan tidak ada sampel sensitif. Gambar 7. Persentase resistensi rifampicin pada empat tingkat konsentrasi



Pada kontrol bakteri *M. tuberculosis* strain H37RV (susceptible) bakteri bersifat resisten pada konsentrasi 40 µg/ml, 60 µg/ml, 80 µg/ml dan kontrol pertumbuhan. Sedangkan pada konsentrasi 30 µg/ml bersifat sensitif. Hal ini disebabkan oleh kemampuan strain bakteri ini untuk memanfaatkan obat lebih efisien. Sedangkan pada *M. tuberculosis* strain ATCC 700567 bakteri bisa tumbuh atau resisten pada semua tingkat konsentrasi obat.

Dalam jurnal Sjahrurachman (2011) mengenai kepekaan bakteri terhadap antibiotik dikatakan telah lama diketahui bahwa galur bakteri resisten dapat timbul lewat pemaparan bakteri dengan antibiotik dalam konsentrasi tinggi untuk waktu yang lama. Sehingga resistensi dapat meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi antibiotik yang diberikan. Seperti pada hasil yang diperoleh bahwa konsentrasi obat yang paling efektif dibanding yang lain adalah 30 µg/ml karena memiliki angka resistensi paling sedikit (64,28 %). Sementara seiring penambahan jumlah konsentrasi obat maka angka resistensi semakin tinggi.

Terkecuali pada konsentrasi 80 µg/ml yang memiliki resistensi lebih rendah dibanding konsentrasi obat 60 µg/ml. Hal ini bisa terjadi karena munculnya perlawanan bakteri terhadap obat rifampicin pada konsentrasi ini. Karena terjadi pengurangan kerentanan terhadap obat antituberkulosis tanpa mutasi genetik.

Hasil yang diperoleh memungkinkan untuk dijadikan bahan studi mengenai konsentrasi yang efektif digunakan dan mempertahankan konsentrasi efektif obat rifampicin dan meminimalkan toksisitas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui sebanyak 14 sampel bakteri *Mycobacterium tuberculosis* strain klinis yang ditumbuhkan pada medium Lowenstein Jensen (LJ) dengan berbeda konsentrasi obat. Pada konsentrasi 30 µg/ml sebanyak 9 sampel (64,28%) resisten, 5 sampel intermediet dan 1 sampel sensitif. Konsentrasi 40 µg/ml terdapat 10 sampel (71,42%) resisten, 4 sampel intermediet. Konsentrasi 60 µg/ml semua sampel (14) resisten (100%). Konsentrasi 80 µg/ml 11 sampel (78,57%), 3 sampel intermediet.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] de Steenwinkel, J.E.M., de Knecht, G.J., Marian T. ten Kate, alex van Belkum, Henri A. V., Kristin K., Dick van S., dan Irma A.J.M. Bakker-Woudenberg Time-kill Kinetics of Anti-tuberculosis Drugs, and Emergence of Resistance, in Relation to Metabolic activity of *Mycobacterium tuberculosis*. Journal of Antimicrobial chemotherapy Advance Acces published October 21, 2010.
- [2] Difco™ & BBL™ Manual, 2012. Middlebrook 7H9 Broth, 2nd Edition.(Online),(https://www.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/Difco_BBL/212352.pdf). Diakses pada tanggal 11 November.
- [3] Dong, Yuzhi, Xilin Zhao, Barry N.K dan Karl Drlica, 2000. Mutant Prevention Concentration as a Measure of antibiotic Potency: Studies with

- Clinical Isolates of *Mycobacterium tuberculosis*. Public Health Research Institute, New York. Vol 44.
- [4] E. Jawetz, George F. Brooks, Janet S. Butel, Stephen A. Morse, 2001. Jawetz, Melnick and Adelberg's Medical Microbiology. McGraw-Hill (Lange Medical Books).
- [5] Gieffers, J., Wemer Solbach dan Matthias Maass, 1998. In Vitro Susceptibilities to *Chlamydia pneumoniae* Strains Recovered from Atherosclerotic Coronary Arteries. Antimicrobial Agents Chemother. 1998 Oct; 42 (10):2762-2764.
- [6] Jawetz, Melnick, and Adelberg's, 1996. Mikrobiologi Kedokteran. Alih bahasa oleh Mudihardi E., Kuntaman, Wasito E.B., Mertaniasih N.M., Harsono S. dan Alimsardjono L. Salemba Medika, Jakarta.
- [7] Pal, R., Zeeshan F. dan Saif H., 2014. Efflux Pump in Drug Resistance of *Mycobacterium tuberculosis* : A Panoramic View. Amity Institute of Biotechnology, Amity University Haryana, India. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. 3(8) : p.528-546.
- [8] Singh, R., 2014. Determination of Minimum Inhibitory Concentration of Cycloserine in Multidrug Resistant *Mycobacterium tuberculosis* Isolates. University of KwaZulu-Natal, Westville, Durban, 4001, Republic of South Africa: Journal of Biological Science (7). 1995-6673.
- [9] Sjahrurachman, A., 2011. Cara Genetis untuk Menentukan Kepekaan Bakteri terhadap Antibiotik. CDK 188/vol. 38 no. 7
- [10] Tasso MP.; Martins MC.; Mizuka SY; Saraiva CM.; Silva MA. (2003). Cord formation and Colony morphology for the presumptive Identification of *Mycobacterium tuberculosis* complex. Brazilian Journal of Microbiology. 34:171-174.
- [11] World Health Organization. 1999. Global Tuberculosis Programme: Global tuberculosis control, WHO Report.
- [12] World Health Organization, 2006. Background Information on Drug Resistant Tuberculosis. In: Guidelines for the Programmatic Management of Drug Resistant Tuberculosis. Geneva:WHO.
- [13] World Health Organization, 2007. Rifampicin Resistant in Leprosy. Report of an Informal Consultation National JALMA Institute of Leprosy and Other Mycobacterial Disease Agra, India.

- [14]World Health Organization Report, 2010. Global Tuberculosis Control 2010. WHO Cataloguin in Publication. Zhao, Xilin dan Karl Drlica, 2001. Restricting the Selection of antibiotic-Resistant Mutants: A General Strategy Derived from Fluoroquinolone Studies. Public Health Research Institute, New York. 2001;33(Suppl 3):S147-56.
- [15]Ovchinnikov YA, Monastyrskaya GS, Guriev SO, Kalinina NF, Sverdlov ED, Bass AI, Kiver IF, Moiseyeva EP, Igumnov VN, Mindlin SZ, Nikiforov VG, and.Khesin RB, 1983. RNA Polymerase Rifampicin Resistance Mutations in *Escherichia coli*: Sequence Changes and Dominance. Mole. Gen. Genet. 190: 344–348.
- [16]Tulak A. 2009. Peranan Ofloksasin pada Pengobatan *Multidrug Resistant* Tuberkulosis (MDR-TB). J Respir Indo 1997;17:59-63.
- [17]Ramayati, N.P.A., Ariantari, N.P., dan Dwija, I.B.N., 2005. Aktivitas Antituberkulosis Kombinasi Ekstrak N-Heksana Daun Kedondong Hutan dengan Rifampisin Terhadap Isolat Mycobacterium Tuberculosis Strain MDR. Jursan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana, Bali.

Melawan Lupa: Retensi Pembelajaran Biologi Melalui Penggunaan Media *Biocompass*

Andi Rahmat Saleh

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar

Jl. Daeng Tata Raya, Makassar 90224

andirahmatsaleh@unm.ac.id

Abstrak

Pembelajaran yang bermakna akan tersimpan dengan baik di dalam memori peserta didik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui retensi pembelajaran biologi pada peserta didik setelah penggunaan media Biocompass. Penelitian dilaksanakan pada kelas X.5 SMAN 1 Tanrutedong Kabupaten Sidrap pada bulan Maret 2015. Penelitian dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran Biocompass pada materi hewan invertebrata. Setelah tiga kali pertemuan kemudian dilaksanakan tes untuk mengetahui hasil belajar peserta didik. Dua minggu setelah tes, dilakukan tes kembali atau tes tes retensi untuk mengetahui keberlanjutan materi hewan invertebrata yang telah dipelajari oleh peserta didik. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan kemudian secara inferensial melalui uji t berpasangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara data tes hasil belajar dengan tes retensi. Hal ini menunjukkan bahwa materi hewan invertebrata yang telah dipelajari oleh peserta didik tetap bertahan dan tersimpan dalam memorinya.

Kata Kunci: Biocompass, Media Pembelajaran, Retensi, Memori

1. PENDAHULUAN

Lupa adalah peristiwa alami yang dialami oleh semua orang, termasuk peserta didik. Menurut Khadijah (2011) dalam Fathoni (2011), lupa adalah ketidakmampuan otak untuk memanggil kembali informasi-informasi yang telah dipelajari sebelumnya. McLeod (2007) menyatakan bahwa terdapat tiga aspek dalam pemrosesan informasi yaitu pengkodean (*encoding*), penyimpanan (*storage*), dan pemulihan kembali (*retrieval*). Proses *storage* ini dikenal juga dengan istilah retensi atau penyimpanan informasi dalam otak. Menurut Retnowati (2008) proses penyimpanan informasi kognitif dipengaruhi oleh tiga komponen utama dalam sistem memori manusia, yaitu memori penginderaan (*sensory memory*), memori pekerja atau memori jangka pendek (*short-term memory*) dan memori jangka panjang (*long-term memory*). McLeod (2008) mengemukakan bahwa “*according to retrieval-failure theory, forgetting occurs when information is available in LTM but is not accessible.*” Hal ini berarti bahwa lupa yang terjadi pada peserta didik terkait dengan proses penyimpanan atau retensi materi pelajaran yang telah dipelajarinya.

Pembelajaran yang bermakna, menurut Mayer (1999) dalam Retnowati (2008), merupakan suatu proses pembelajaran yang menjadikan peserta didik mampu untuk mentransfer pengetahuan yang telah diperoleh. Hal ini berarti bahwa peserta didik dituntut untuk dapat memahami materi yang telah dipelajarinya. Bukti bahwa mereka telah memahami informasi-informasi yang diperolehnya dapat dilihat ketika peserta didik dapat memanggil kembali pengetahuan dalam memorinya ketika dibutuhkan misalnya ketika mereka mengikuti sebuah tes hasil

belajar. Oleh karena itu, siswa harus dapat menyimpan materi pembelajaran yang telah diperolehnya ke dalam *long-term memory*, bukan hanya dalam *short-term memory* apalagi *sensory memory* yang sifat penyimpanannya hanya sementara.

Proses pengkodean (*encoding*) dalam setiap jenis memori peserta didik tentunya akan dipengaruhi oleh aktivitas dari indera yang mereka gunakan dalam pembelajaran. Menurut McLeod (2007) “*there are three main ways in which information can be encoded (changed): visual (picture), acoustic (sound), semantic (meaning)*.” Pernyataan tersebut dapat diimplikasikan dalam pembelajaran melalui penggunaan media yang mengandung ketiga faktor tersebut. Pada tahun 2013, Engka Rukmana, seorang mahasiswi di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar berhasil mengembangkan sebuah media visual yang diberi nama *Biocompass*. Media ini digolongkan ke dalam media charta yaitu media yang memadukan sajian kata-kata, garis dan simbol yang merupakan ringkasan suatu proses, perkembangan atau hubungan-hubungan penting.

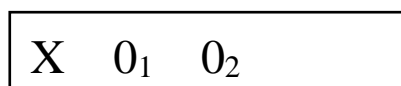
Berdasarkan hasil penelitian dari Rukmana (2013), media pembelajaran *Biocompass* materi protista dapat menciptakan suasana belajar yang efektif. Hal tersebut dibuktikan dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa 93,33% hasil belajar siswa atau sebanyak 28 siswa telah mencapai tingkat penguasaan materi dan memenuhi ketuntasan belajar sedangkan untuk respon positif siswa mencapai 97,9% yang artinya sebagian besar siswa menyenangi penggunaan media *Biocompass* dalam pembelajaran.

Hasil penelitian ini menarik untuk dikaji lebih lanjut terutama tentang keberlanjutan materi atau retensi belajar yang telah diperoleh peserta didik melalui pembelajaran dengan menggunakan media *Biocompass*. Penelitian yang diadakan selanjutnya berfokus pada proses pemanggilan kembali (*retrieval*) dari informasi melalui pembelajaran yang diperoleh peserta didik. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa tidak ada perbedaan antara nilai hasil belajar peserta didik dengan nilai retensi belajarnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu (*Quasi Eksperimental*). Pada jenis penelitian ini tidak mungkin dilakukan kontrol terhadap semua variabel, karena terdapat variabel luar yang tidak dapat sepenuhnya dikendalikan dan ikut mempengaruhi hasil penelitian. Variabel luar yang dimaksud seperti inteligensi siswa yang beragam dan perbedaan tingkat sosio ekonomi siswa.

Desain penelitian ini adalah *One-Shot Case Study* (Gambar 1) dengan memberikan sedikit modifikasi untuk menyesuaikan dengan tujuan yang akan dicapai. Penyesuaian itu berupa penambahan jumlah pengamatan untuk retensi belajar peserta didik setelah pengamatan hasil belajarnya.



Gambar 1. Desain *One Shot Case Study*

Terdapat dua jenis variabel yang menjadi fokus pengamatan. Variabel bebas pada penelitian ini adalah media pembelajaran yaitu media *Biocompass*

pada materi hewan Invertebrata. Variabel terikatnya adalah hasil belajar dan retensi belajar peserta didik.

Penelitian ini berlangsung pada semester genap tahun ajaran 2014/2015 dan dilaksanakan di SMA Negeri 1 Duapitue yang berlokasi di Jalan Poros Tanru Tedong, Kec. Dua Pitue, Kab. Sidendeng Rappang. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh rombongan belajar kelas X SMA Negeri 1 Dua Pitue tahun ajaran 2014/2015 (Terdiri dari 10 rombongan belajar). SMA Negeri 1 Duapitue, pengelompokan kelasnya dilakukan secara homogen oleh karena itu sampel diambil secara acak (*simple random sampling*) dengan cara melalui undian. Hasilnya diperoleh X5 sebagai kelas eksperimen.

Penelitian ini dilaksanakan selama enam minggu atau lima kali pertemuan pembelajaran. Pertemuan pertama yaitu dengan pemberian materi invertebrata yaitu ciri umum Animalia, pengklasifikasian hewan, filum porifera, filum coelenterate dan filum ctenophore. Pertemuan kedua dengan pemberian materi invertebrata yaitu filum platyhelminthes, filum nematode, filum annelida dan filum mollusca. Pertemuan ketiga dilaksanakan dengan pemberian materi invertebrata yaitu filum arthropoda, proses metamorphosis pada serangga dan filum echinodermata. Pertemuan keempat yaitu pemberian tes hasil belajar yang dilaksanakan dengan mengambil satu jam pelajaran biologi dari jam mengajar guru biologi SMAN 1 Duapitue. Dua minggu setelah pemberian tes hasil belajar, dilakukan pertemuan kelima yaitu berupa pemberian tes retensi belajar.

Instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa adalah tes hasil belajar. Bentuk tes yang digunakan adalah tes objektif. Tes objektif yang diberikan berjumlah 30 butir soal yaitu 20 soal pilihan ganda, 5 soal pilihan ganda bervariasi dan 5 soal hubungan sebab akibat. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara pemberian tes berjumlah 30 butir soal untuk mengukur prestasi belajar siswa pada materi invertebrata.

Pelaksanaan tes hasil belajar diawali dengan pembagian lembar soal dan lembar jawaban kepada siswa. Sebelum menjawab soal, siswa mengisi kolom identitas yang ada pada bagian atas lembar jawaban. Pengerjaan soal dilakukan selama 45 menit. Pada setiap item soal yang dijawab benar diberi skor 1 sedangkan yang salah atau tidak menjawab soal maka diberi skor 0. Jumlah skor yang diperoleh siswa akan dianalisis untuk memperoleh nilai hasil belajar dengan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100 \quad (1)$$

Hasil belajar siswa akan dibandingkan dan dikelompokkan berdasarkan pedoman pengkategorian hasil belajar dari DEPDIKNAS (2008). Hasil belajar tersebut dikelompokkan dengan mengacu pada pengkategorian Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Pedoman Pengkategorian Hasil Belajar Siswa

Interval Nilai	Kategori
86 – 100	Sangat Baik
71 – 85	Baik
56 – 70	Cukup
41 – 55	Kurang
≤ 40	Sangat Kurang

Pengumpulan data hasil belajar yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan teknik analisis statistik deskriptif dan statistik inferensial. Analisis deskriptif berupa penentuan nilai *mean* atau rata-rata. Uji inferensial dilakukan dengan cara uji t berpasangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah diberikan tes hasil belajar dan dua minggu kemudian diberikan tes retensi belajar, hasil yang diperoleh peserta didik dapat diamati pada Tabel 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah peserta didik dalam setiap kategori setelah pemberian tes hasil belajar dengan tes retensi belajarnya.

Tabel 2 Hasil Belajar Siswa

Interval Nilai	Kategori	Jumlah Siswa	
		Hasil Belajar	Retensi Belajar
86 – 100	Sangat Baik	-	-
71 – 85	Baik	3	-
56 – 70	Cukup	16	16
41 – 55	Kurang	10	17
≤ 40	Sangat Kurang	5	1

Data pada Tabel 2 kemudian dianalisis nilai rata-ratanya dan diperoleh hasil yaitu untuk hasil belajar peserta didik, rata-ratanya adalah 56,76 sedangkan untuk retensi belajarnya diperoleh data yaitu 54,31. Apabila data rata-rata yang diperoleh dimasukkan ke dalam kategorisasi sesuai dengan Tabel 1 maka terlihat bahwa untuk hasil belajar peserta didik berada pada kategori cukup dan untuk retensi belajarnya termasuk dalam kategori kurang.

Setelah dilakukan analisis deskriptif, data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara inferensial untuk menguji hipotesis yang telah diajukan sebelumnya. Setelah dilakukan uji t berpasangan dengan menggunakan SPSS 20 maka diperoleh nilai probabilitas (sig.) 0,267. Oleh karena probabilitas $0,267 > 0,05$ maka H_0 diterima, yang berarti hasil belajar peserta didik dan retensi belajarnya adalah sama atau tidak berbeda nyata. Hal ini berarti bahwa hipotesis penelitian ini diterima bahwa melalui penggunaan media *Biocompass*, tidak terdapat perbedaan antara nilai hasil belajar dengan nilai retensi belajar peserta didik atau dengan kata lain materi invertebrata yang telah mereka pelajari masih bertahan dalam ingatannya.



Gambar 2 Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran *Biocompass*

Seperti yang terlihat dalam Gambar 2, peserta didik mengalami proses pembelajaran dengan banyak memanfaatkan indera penglihatannya karena

rangsangan dalam bentuk gambar pada media *Biocompass*. Selain itu, karena metode pembelajaran adalah metode diskusi, maka peserta didik akan berbicara dengan teman kelompok, teman kelas, dan guru. Materi yang terdapat dalam *Biocompass* pun telah dikelompokkan sesuai dengan materi yang menjadi tuntutan kurikulum yaitu informasi tentang ciri, proses reproduksi, serta contoh pengklasifikasian invertebrata beserta peranannya dalam kehidupan manusia. Berbagai faktor yang telah disebutkan telah memenuhi syarat untuk sebuah proses *encoding* yaitu gambar, suara, dan makna

Setelah terjadi proses pengkodean, selanjutnya masuk ke dalam tahap storage atau penyimpanan. Materi invertebrata yang telah diperoleh peserta didik selanjutnya disimpan dalam tiga jenis memori yang dimiliki. Memori sensoris dan memori jangka pendek sifatnya sementara. Pemberian perlakuan berupa waktu jeda selama dua minggu diharapkan akan menghilangkan informasi yang telah tersimpan dalam kedua jenis memori tersebut sehingga hanya informasi yang berada pada memori jangka panjang yang akan mengalami proses *retrieval* atau pemanggilan kembali ketika pelaksanaan tes retensi belajar.

Sesuai dengan hasil yang diperoleh, terlihat peserta didik mampu memanggil kembali informasi tentang invertebrata yang mereka peroleh sebelumnya. Hal ini berarti bahwa materi yang telah dipelajarinya melalui media *Biocompass* telah berada pada memori jangka panjang. Proses ini dimungkinkan terjadi karena sifat memori jangka panjang yang sangat terorganisir didukung oleh pengelompokan materi invertebrata yang terdapat pada media *Biocompass*.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh adalah bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil belajar peserta didik dengan retensi belajarnya. Hal ini berarti bahwa peserta didik dapat memanggil kembali atau tidak melupakan materi Invertebrata yang telah mereka pelajari dengan menggunakan media *Biocompass*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fathoni, M. (2011) Peristiwa lupa dalam belajar. Online. <http://sumsel.kemenag.go.id/file/file/TULISAN/irdn1336983354.pdf>, diakses 27 Maret 2016.
- [2] McLeod, S (2007) Stages of memory. Online. <http://www.simplypsychology.org/memory.html>, diakses 27 Maret 2016.
- [3] Retnowati, E (2008) Keterbatasan memori dan implikasinya dalam mendesain metode pembelajaran matematika. Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika. ISSN 978-979-16353-1-8.
- [4] McLeod, S (2008) Forgetting. Online. <http://www.simplypsychology.org/forgetting.html>, diakses 27 Maret 2016.
- [5] Depdiknas (2008) Model penilaian kelas. Jakarta: Badan Penilaian dan Pengembangan Pendidikan Nasional.

Mengintegrasikan Keterampilan Proses Sains Kedalam Kurikulum Mata Kuliah Biologi Dasar

Faisal

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar (UNM)
Kampus UNM Parangtambung Jalan Daeng Tata Raya
email: faisalsudrajat84@gmail.com

Abstrak

Tuntutan kurikulum pendidikan tinggi menekankan proses pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (students centered learning) dan terutama untuk mata kuliah eksakta, mesti merefleksikan proses-proses sains dalam pembelajarannya. Kondisi tersebut dapat dicapai dengan mengintegrasikan keterampilan proses sains kedalam kurikulum perkuliahan. Mata kuliah Biologi Dasar di Jurusan Biologi FMIPA UNM adalah salah satu mata kuliah eksakta, yang diajarkan pada semester satu dan merangkum topik-topik umum keilmuan biologi. Cakupan topik perkuliahan yang cukup luas, memungkinkan dosen secara leluasa dalam memilih dan menghubungkan jenis keterampilan dengan isi materi perkuliahan yang akan diajarkan. Disamping itu, melalui strategi ini mahasiswa memperoleh banyak kesempatan untuk berlatih dan meningkatkan keterampilan mereka, yang akan menjadi dasar yang kuat untuk mendukung aktivitas perkuliahan pada semester-semester berikutnya. Makalah ini bertujuan untuk menguraikan pengintegrasian keterampilan proses sains ke dalam kurikulum biologi dasar. Perubahan skala kecil kurikulum mata kuliah biologi dasar menekankan pada pembelajaran aktif dan peningkatan keterampilan proses sains bagi mahasiswa. Rancangan modifikasi kurikulum pada makalah ini, dapat menjadi salah satu referensi bagi dosen pengajar matakuliah biologi dasar, dalam menyusun kurikulum, membuat perangkat pembelajaran, dan penerapannya dalam proses perkuliahan.

Kata Kunci: *Keterampilan proses sains, kurikulum biologi dasar*

1. PENDAHULUAN

Menurut Kepmendiknas No. 232/U/2000, kurikulum pendidikan tinggi dapat diartikan sebagai sebuah program yang berupa dokumen program dan pelaksanaan program. Kurikulum sebagai sebuah dokumen program (*curriculum plan*) dirupakan dalam bentuk rincian matakuliah, silabus, rancangan pembelajaran, dan sistem evaluasi keberhasilan. Sedangkan kurikulum sebagai sebuah pelaksanaan program adalah bentuk pembelajaran yang dilakukan (*actual curriculum*). Perguruan tinggi diberi kelonggaran untuk mengembangkan kurikulumnya sendiri, dengan mengacu pada standar nasional pendidikan tinggi (BSNP, 2008). Pengembangan dan penyelenggaraan kurikulum di perguruan tinggi, juga menekankan pada prinsip pembelajaran aktif (*student centered learning*).

Perubahan sebuah kurikulum sering hanya terfokus pada pengubahan dokumen saja, tetapi pelaksanaan pembelajaran, penciptaan suasana belajar, cara evaluasi/asesmen pembelajaran, sering tidak berubah. Masalah lain yang timbul apabila melakukan perubahan kurikulum secara menyeluruh, yaitu seluruh dokumen kurikulum suatu mata kuliah perlu direvisi. Perubahan ini sering kali sulit dilakukan sebab membutuhkan biaya, waktu, dan sumber daya yang besar oleh dosen maupun institusi pendidikan. Melakukan perubahan skala kecil pada kurikulum mata kuliah biologi dasar, dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas perkuliahan dapat dilakukan tanpa harus mengubah seluruh isi dokumen kurikulum. Disamping itu perubahan yang dilakukan akan lebih mudah diterapkan dan dampak perubahan tersebut juga dapat dengan mudah dievaluasi, baik berkaitan dengan proses pelaksanaannya maupun manfaat yang diperoleh.

Mata kuliah biologi dasar di jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar (UNM), termasuk dalam kelompok mata kuliah keahlian berkarya (MKB). Bahan kajian mata kuliah biologi dasar mencakup sepuluh topik umum, yaitu biologi sebagai ilmu, sel, struktur tubuh hewan, struktur tubuh tumbuhan, reproduksi makhluk hidup, metabolisme, pewarisan sifat, ekosistem, bioteknologi, dan evolusi. Selain itu, sebagai bagian dari sains, tentunya cara terbaik untuk mengajarkan maupun mempelajari isi materi mata kuliah biologi dasar, yaitu dengan menerapkan prosedur dalam memperoleh sains atau yang dikenal dengan istilah metode ilmiah. Menerapkan keterampilan proses sains yang merupakan bagian dari metode ilmiah, juga dapat dilakukan baik pada kegiatan tatap muka di ruang kelas maupun pada kegiatan praktikum di laboratorium.

Perubahan skala kecil pada kurikulum mata kuliah biologi dasar, dengan mengintegrasikan keterampilan proses sains, dapat dilakukan dengan mengacu pada tahapan strategi pembelajaran inkuiri. Dosen juga dapat memilih dan mengintegrasikan satu atau beberapa keterampilan proses sains ke dalam kegiatan perkuliahan, tanpa harus menerapkan seluruh tahapan pembelajaran inkuiri. Disamping itu, strategi pembelajaran inkuiri merupakan salah satu strategi pembelajaran aktif (*active learning*). Pembelajaran inkuiri berlangsung ketika mahasiswa mengeksplorasi sebuah masalah autentik dengan menggunakan instrument pembelajaran dan keterampilan tertentu (Debra, 2008). Wilke dan Straits (2005), menambahkan bahwa pembelajaran inkuiri berbasis pada kegiatan eksplorasi yang mengutamakan proses sains dan perangkatnya dalam kegiatan pembelajaran. Pembelajaran inkuiri bahkan mencerminkan metode ilmiah, dari tahap mengidentifikasi masalah sampai pada tahap mengkomunikasikan hasil temuan.

Perubahan skala kecil atau modifikasi kurikulum mata kuliah biologi dasar yang kami uraikan pada makalah ini, adalah contoh sederhana bagaimana kita dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dengan melakukan modifikasi pada kurikulum, tanpa harus mengubah seluruh isi kurikulum. Contoh pengintegrasian keterampilan proses sains kedalam kurikulum biologi dasar dan penerapannya, yang kami jelaskan pada makalah ini, juga dapat menjadi salah satu referensi bagi dosen mata kuliah biologi dasar maupun guru biologi, dalam menerapkan pembelajaran aktif dan mengintegrasikan keterampilan proses sains pada materi pelajaran biologi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan sampel penelitian sebanyak 30 orang (1 kelas) mahasiswa peserta mata kuliah biologi dasar, semester ganjil 2015/2016, jurusan Biologi FMIPA UNM. Kegiatan perkuliahan dilaksanakan sebanyak enam kali pertemuan, dengan menggunakan satuan acara perkuliahan (SAP) yang telah diintegrasikan keterampilan proses sains tertentu. Selain itu, untuk mendukung pembelajaran juga digunakan media pembelajaran dan lembar kerja mahasiswa (LKM). Sistem evaluasi menggunakan mekanisme evaluasi formatif (setiap pertemuan), dengan menggunakan lembar observasi untuk mengamati dan menghimpun informasi-informasi penting terkait aktivitas pembelajaran yang dilaksanakan. Seluruh informasi yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara kualitatif untuk mengetahui efektivitas strategi pembelajaran yang dilaksanakan, dalam meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan langkah-langkah pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan proses sains (KPS), dapat melibatkan mahasiswa secara aktif dan memberi pemahaman yang menyeluruh kepada mereka mengenai mekanisme kerja sains. Strategi ini juga dapat melatih kemampuan mahasiswa dalam menerapkan dan mengembangkan keterampilan tertentu, sekaligus memahami isi materi perkuliahan. Selain itu, KPS dapat dikembangkan, dengan berfokus pada satu tahapan pembelajaran inkuiri. Melalui proses ini, dosen dapat mengajarkan satu atau beberapa KPS tanpa harus menerapkan seluruh tahapan pembelajaran inkuiri (Wilke dan Straits, 2005).

Beberapa contoh keterampilan proses sains yang telah diintegrasikan kedalam perkuliahan biologi dasar selama kegiatan penelitian, antara lain; (1) mengobservasi, (2) mengamati, (3) mendesain, (4) menggambar, (5) mengklasifikasi, (6) mengukur, (7) memprediksi, (8) menginferensi, (9) menganalisis, (10) mengaplikasi, (11) merangkum, dan (12) mengkomunikasikan. Tahapan umum kegiatan pembelajaran yang mengintegrasikan KPS dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Umum Kegiatan Pembelajaran Dengan Mengintegrasikan Keterampilan Proses Sains

Tahap	Aktivitas Pembelajaran	Estimasi Waktu yang Dibutuhkan
I	Tahap orientasi terhadap materi perkuliahan dan keterampilan proses sains yang akan diterapkan.	10 menit
II	Segmen awal pembelajaran.	20-25 menit
III	Aktivitas menerapkan keterampilan proses sains.	10-15 menit
IV	Segmen kedua pembelajaran.	20-25 menit
V	Aktivitas menerapkan keterampilan proses sains	10-15 menit
VI	Membuat rangkuman atau melakukan evaluasi	10 menit
Jumlah Waktu yang Dibutuhkan		80-90 menit

Uraian pada tabel 1 merupakan tahapan umum kegiatan pembelajaran dan perkiraan waktu pembelajaran yang dibutuhkan. Enam tahapan pembelajaran pada tabel 1 bersifat fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan konteks pembelajaran. Tahap orientasi (tahap I) didesain untuk menyampaikan secara singkat materi pembelajaran atau keterampilan proses sains yang akan dilakukan. Setelah kegiatan orientasi, dosen mengajarkan materi pembelajaran sesuai dengan isi kurikulum (tahap II). Setelah penyampaian materi, mahasiswa dilibatkan secara aktif dalam suatu aktivitas yang didesain untuk melengkapi penyampaian materi perkuliahan (tahap III), tahap ini memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan proses sains berdasarkan pada materi yang telah disampaikan, sambil memperdalam pemahaman terhadap materi perkuliahan. Dosen dapat menentukan jenis keterampilan proses sains yang akan dilakukan oleh mahasiswa. Pada tahap (IV) dosen dapat kembali menyampaikan materi, setelah itu kembali menerapkan keterampilan proses sains yang berbeda kepada mahasiswa (tahap V). pada tahap akhir pembelajaran, dosen memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk membuat rangkuman bagian-bagian penting dari materi perkuliahan, atau melakukan refleksi terhadap keterampilan proses sains yang telah diterapkan. Beberapa contoh jenis keterampilan proses sains yang telah diintegrasikan ke dalam materi perkuliahan biologi dasar selama penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

Mengajarkan keterampilan proses sains secara terpisah dari seluruh tahapan pembelajaran inkuiri, memungkinkan mahasiswa mempelajari isi materi pembelajaran sambil mengembangkan kemampuan mereka untuk melakukan tahapan metode ilmiah dengan cara yang lebih efektif (Grumbine, 2010). Lebih lanjut, dikarenakan strategi pengembangan keterampilan proses sains memiliki definisi yang lebih sempit dibandingkan dengan strategi pembelajaran inkuiri, maka keterampilan proses sains tertentu dapat dikembangkan sesuai dengan minat dan kemampuan mahasiswa (Holt dan Puche, 2012). Sebagai contoh, pada materi ekosistem, dosen dapat melatih kemampuan mahasiswa membuat kesimpulan mengenai faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan populasi orang utan di pulau Kalimantan, dengan menyajikan seperangkat data populasi orang utan dari balai konservasi, tanpa mahasiswa harus melakukan pengamatan langsung.

Beberapa contoh keterampilan proses sains yang dapat dihubungkan dengan materi perkuliahan biologi dasar dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Integrasi Keterampilan Proses Sains Kedalam Materi Perkuliahan Biologi Dasar.

No	Topik Perkuliahan	Keterampilan proses sains yang dapat diintegrasikan
1	Biologi Sebagai Ilmu	<ul style="list-style-type: none"> - Menganalisis kelemahan biologi sebagai bagian dari sains. - Mendaftar beberapa penemuan dalam keilmuan Biologi dari media massa yang bermanfaat bagi kesejahteraan umat manusia. - Membuat rumusan masalah dan hipotesis dari suatu wacana yang diberikan.
2	Sel dan Jaringan	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur sel hewan dan sel tumbuhan. - Menggambar model sel bakteri, sel hewan, dan sel tumbuhan - Merancangan desain percobaan transportasi seluler. - Melakukan pengamatan mikroskopis jaringan pada tubuh tumbuhan.
3	Struktur Tubuh Hewan	<ul style="list-style-type: none"> - Menuliskan ciri-ciri jaringan epitel, ikat, otot, dan saraf berdasarkan hasil pengamatan. - Membuat diagram mekanisme sistem peredaran darah besar dan peredaran darah kecil pada mamalia. - Menerapkan prosedur percobaan respirasi pada serangga.
4	Pewarisan Sifat	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat diagram pewarisan sifat dengan dua sifat beda. - Mendaftar beberapa contoh sifat dominan dan resesif. - Menggambar model DNA dan menjelaskan keuntungan dari model tersebut pada mekanisme pewarisan sifat.
5	Bioteknologi	<ul style="list-style-type: none"> - Menerapkan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional melalui percobaan sederhana. - Membuat ringkasan perkembangan bioteknologi dari masa ke masa. - Memberikan opini mengenai dampak positif dan negatif terhadap suatu contoh produk bioteknologi.
6	Ekosistem	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat gambar rantai makanan dan jaring-jaring makanan. - Memprediksi dampak kerusakan lingkungan yang akan ditimbulkan oleh suatu kegiatan industri berdasarkan informasi dari media massa. - Membuat desain percobaan untuk mengetahui jumlah populasi suatu spesies pada suatu wilayah tertentu.

Informasi yang ditampilkan pada tabel 2 adalah sebahagian kecil dari contoh pengintegrasian keterampilan proses sains kedalam materi perkuliahan biologi dasar. Jenis keterampilan proses sains dapat ditentukan sendiri oleh dosen dan disesuaikan dengan materi pembelajaran. disamping itu perlu juga mempertimbangkan tingkat kemampuan mahasiswa dalam menerapkannya. Manfaat maupun kekurangan dari kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan, dapat diketahui melalui kegiatan evaluasi, dengan mengamati aktivitas pembelajaran yang telah dilaksanakan. Informasi yang diperoleh dari hasil evaluasi, antara lain apakah perangkat pembelajaran yang digunakan efektif dalam mendukung aktivitas pembelajaran, apakah seluruh mahasiswa dapat mengikuti

kegiatan pembelajaran dengan baik, dan kendala-kendala apa yang ditemukan serta bagaimana cara mengatasinya.

Pada konteks yang lebih umum, masih banyak jenis aktivitas yang dapat dilakukan oleh dosen dan mahasiswa dalam mengembangkan keterampilan proses sains. Dalam hal ini dosen menyediakan jenis aktivitas atau tugas yang akan direspon oleh mahasiswa. Respon mahasiswa dapat disampaikan secara lisan ataupun tertulis dan dapat dikerjakan secara individu ataupun kelompok. Dosen juga harus mengaitkan respon yang diberikan oleh mahasiswa dengan materi perkuliahan yang akan diajarkan, kegiatan diskusi kelas, atau metode pembelajaran lainnya. Beberapa contoh aktivitas dosen dan mahasiswa dapat dilihat pada tabel 3.

Informasi yang ditampilkan pada tabel 3, mengenai contoh aktivitas dosen dan mahasiswa pengintegrasian keterampilan proses sains dalam pembelajaran, bervariasi dari durasi waktu pembelajaran, kompleksitas, dan tingkat interaksi yang dibutuhkan antara dosen dan mahasiswa. Namun sebahagian besar aktivitas yang dituliskan mudah untuk dilaksanakan, membutuhkan waktu pembelajaran yang relatif singkat, dan dapat segera di sesuaikan dengan setting pembelajaran yang umum diterapkan. Lebih lanjut, aktivitas pembelajaran dapat dengan mudah dimodifikasi sesuai dengan tujuan pembelajaran, gaya mengajar dosen, dan jumlah mahasiswa, tanpa mengurangi cakupan materi pembelajaran.

Tabel 3. Contoh Aktivitas Dosen dan Mahasiswa

No	Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
1	Mengajukan permasalahan (kekinian atau historis).	Memberikan solusi, alternatif jawaban, atau situasi yang analog.
2	Menyajikan suatu situasi atau skenario.	Menghubungkan dengan topik yang telah dipelajari atau pengetahuan yang telah dimiliki.
3	Menampilkan gambar/ foto yang menarik, atau rancangan kegiatan observasi.	Membuat daftar observasi atau membuat pertanyaan.
4	Menyajikan suatu desain percobaan.	Mengkritisi dengan menyampaikan kelemahan dan kelebihan.
5	Menyajikan suatu contoh pertimbangan etis atau kontroversi dalam sains.	Memberikan opini, solusi, pertanyaan, pandangan yang berbeda.
6	Mengajukan suatu model aktual.	Analisis kritis terhadap model.
7	Memberikan pedoman laboratorium.	Melakukan prosedur yang aman pada saat kegiatan laboratorium.
8	Menyajikan artikel ilmiah dengan bagian tertentu yang dihilangkan.	Menentukan bagian artikel yang dihilangkan (rumusan masalah, hipotesis, desain percobaan, data, atau kesimpulan).
9	Mengajukan hipotesis.	Membuat prediksi, desain percobaan, menentukan variabel.
10	Menampilkan desain percobaan.	Membuat prediksi, menentukan variabel, mengidentifikasi kelemahan atau keterbatasan desain.
11	Menyajikan seperangkat data.	Melakukan analisis data, membuat kesimpulan, merangkum hasil, membuat grafik.
12	Menyajikan kelompok dari objek tertentu.	Membuat dikotomi, klasifikasi, skema, atau matriks.
13	Memberikan artikel dari jurnal ilmiah.	Membuat abstrak, membuat ringkasan, telaah kritis.
14	Memberikan artikel dari surat kabar atau majalah populer.	Mengevaluasi keilmiahannya, mengutip informasi yang dibutuhkan.
15	Menyajikan hasil penelitian.	Membuat hipotesis atau desain percobaan yang sesuai.

Secara umum, sebahagian besar aktivitas berbasis pada pendekatan pembelajaran yang mana dosen menyediakan aktivitas seperti mengajukan pertanyaan, menentukan kegiatan observasi, dan yang lainnya, sementara itu

mahasiswa menggunakan keterampilan proses sains untuk memberikan respon yang tepat. Fleksibilitas dari aktivitas yang dicontohkan, memungkinkan penerapannya pada konteks yang lebih luas dan berperan mengembangkan keterampilan proses sains bersama dengan penguasaan materi pembelajaran.

4. KESIMPULAN

Keterampilan proses sains dapat diajarkan dengan mengikuti seluruh tahapan pembelajaran inkuiri, atau dengan menentukan keterampilan proses sains yang akan diajarkan, dan menghubungkannya dengan materi perkuliahan. Perubahan skala kecil pada kurikulum biologi dasar dengan mengintegrasikan pembelajaran aktif dan keterampilan proses sains dalam pembelajarannya, sangat berpotensi dalam meningkatkan kualitas perkuliahan. Perubahan tersebut juga mudah diterapkan, bersifat fleksibel, dapat disesuaikan dengan materi perkuliahan, dan tidak membutuhkan waktu pembelajaran yang lama.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bergman, D. J. dan Olson, J. 2011. Got Inquiry. *Science and Children*. 71(6): 355-360.
- [2] BSNP, 2010. *Standar Isi Pendidikan Tinggi*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- [3] BSNP. 2009. *Laporan BSNP*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- [4] Chung, Hui-Min dan Behan, K, J. 2010. Peer Sharing Facilitates the Effect of Inquiry-based Projects on Science Learning. *The American Biology Teacher*, 72 (1): 24–29.
- [5] Dikti. 2008. *Buku Panduan Pengembangan Kurikulum Berbasis Kompetensi Pendidikan Tinggi (Sebuah Alternatif Penyusunan Kurikulum)*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- [6] Gaby McDonald. 2012. Teaching Critical & Analytical Thinking in High School Biology. *The American Biology Teacher*. 74(3): 178–181.
- [7] Goldstein dan F lynn. 2011. Integrating Active Learning & Quantitative Skills into Undergraduate Introductory Biology Curricula. *The American Biology Teacher*. 73(8): 454–461
- [8] Grumbine, R. 2010. Using Data-Collection Activities to Enrich Science Courses, *The American Biology Teacher*. 72(6): 369-372.
- [9] Meuler, D. 2008. Using A Guided Inquiry Approach in the Traditional Vertebrate Anatomy Laboratory, *The American Biology Teacher*. 70 (1): 35.
- [10] Morgan, W., Fraga, D., Macauley Jr, W.J. An Integrated Approach to Improve the Scientific Writing of Introductory Biology Students, *The American Biology Teacher*. 73 (3): 149–153.
- [11] Richardson, L, Matthew., Richardson, L, Scott., dan Hall, G, David. 2012. Using Biological-Control Research in the Classroom to Promote Scientific Inquiry & Literacy. *The American Biology Teacher*. 74(7): 445–451.

- [12] Schwagmeyer, P. L dan Stephanie A. Strickler. 2011. Teaching Principles of Experimental Design While Testing Optimal Foraging Theory, *The American Biology Teacher*, 73 (4): 238–241.
- [13] Wilke, R, Russell dan Straits, W.J. 2005. Practical Advice for Teaching Inquiry-Based Science Process Skills in the Biological Sciences, *The American Biology Teacher*. 67 (9): 534.

Peningkatan Kualitas Pembelajaran Materi Sistem Respirasi Melalui Tim Teaching dan Lesson Study

Kartini¹, Nahda¹, Andi Asmawati Azis²

¹ Guru IPA MTS Model Makassar

Jl. Andi Pangeran Petta Rani Raya, Makassar

Email : asma.azis@gmail.com

²Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

Jl. Dg. Tata Raya, Makassar

Email : asma.azis@gmail.com

Abstrak

Lesson study (LS) merupakan strategi pembinaan profesi guru secara terencana dan berkelanjutan melalui prinsip kolegalitas, mutual learning dan learning community. Tujuan kegiatan LS : 1) Membuka kesempatan bagi guru untuk melakukan perbaikan pembelajaran melalui proses kolaborasi, 2) Memberi peluang diskusi yang produktif tentang aspek pembelajaran yang telah dilaksanakan. Pelaksanaan LS tiga tahap yaitu perencanaan (plan), pelaksanaan (Do), dan refleksi (See), Hasil Tahap Plan: tersedianya perangkat pembelajaran Sistem Respirasi yang telah direvisi yaitu RPP, LKPD, Media, Tes Hasil Belajar dan dua orang sebagai Tim teaching melakukan simulasi pembelajaran. Tahap Do, pelaksanaan pembelajaran dan penerapan perangkat, sebagai observer dua orang Dosen Biologi FMIPA UNM dan tiga guru IPA dari MTS Model. Fase See, team teaching dan observer merefleksi pembelajaran meliputi aspek yang terlaksana dengan baik seperti kegiatan awal: menyampaikan indikator, membentuk kelompok heterogen dan memotivasi siswa, kegiatan inti: mengamati, menanya, mendata, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan hasil percobaan aktifitas berpengaruh terhadap frekuensi respirasi, kegiatan penutup: peserta didik menuliskan refleksi pada kertas pos it. Kegiatan yang masih memerlukan perbaikan adalah demonstrasi pada awal percobaan, penilaian tertulis dan pemanfaatan hasil karya peserta didik sebagai sumber belajar. Kesimpulan LS telah meningkatkan kualitas pembelajaran, meningkatkan kompetensi pedagogik guru dan membuat peserta didik aktif dan senang belajar IPA.

Kata kunci : Pembelajaran, Lesson Study, Team Teaching,

1. PENDAHULUAN

Peranan guru sangat menentukan dalam usaha peningkatan kualitas pembelajaran. Sebagai tenaga profesional seorang guru harus memiliki beberapa kemampuan agar mampu melaksanakan pembelajaran dengan baik dan terencana. Pertama seorang guru harus memiliki pengetahuan yang tepat dan mencukupi tentang materi yang diajarkan. Kedua, seorang guru juga harus mampu merancang pembelajaran secara tepat dan fleksibel berdasarkan beragam kondisi, dan yang ketiga guru harus mampu selalu memantau siswa di kelas untuk melihat sejauh mana mereka belajar dan memahami pelajaran, serta guru harus mampu belajar dari guru lain (Aziz, 2012). Menurut Winarsih dan Wilyani (2012), Guru yang profesional dan mampu mengelola pembelajaran dengan baik, berimplikasi pada peningkatan kemampuan siswa dalam mengkonstruksi pengetahuannya dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Demi tercapainya kemampuan tersebut, maka diadakan berbagai macam pelatihan untuk meningkatkan keprofesionalan guru. Untuk membantu guru dalam menerapkan teori dan gagasan-gagasan yang diperoleh dari hasil-hasil pelatihan maka perlu diadakan pendampingan. Pada proses pendampingan masih ada beberapa guru merasakan ada beban karena tidak percaya diri, takut dikritik dan disalahkan-salahkan oleh Dosen yang mendampingi. Untuk mengurangi perasaan tidak percaya diri pada guru maka diperlukan pendampingan dengan pendekatan Lesson Study. *Lesson study* adalah cara efektif bagi guru untuk memperoleh dan

meningkatkan kemampuan-kemampuan tersebut, serta menjadi alternatif guna mengatasi masalah praktik pembelajaran yang selama ini dipandang kurang efektif.

Informasi yang diperoleh dari guru mata pelajaran IPA, menunjukkan bahwa Di MTS Model Makassar belum terbentuk tim *lesson study*. Hal lain yang ditemukan adalah masih kurangnya kolaborasi dan kerjasama antara guru dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi strategi-strategi mengajar yang telah diterapkan pembelajaran. Hal tersebut tentunya akan berimplikasi terhadap kualitas pembelajaran dan pencapaian tujuan pembelajaran.

Lesson study (LS) adalah suatu proses yang kompleks, didukung oleh penataan tujuan secara kolaboratif, pemerhatian dalam pengumpulan data tentang belajar siswa, dan kesepakatan yang memberi peluang diskusi yang produktif tentang isu-isu yang sulit. LS pada hakikatnya merupakan aktivitas siklikal berkesinambungan yang memiliki implikasi praktis dalam pendidikan. *Lesson study* merupakan strategi pembinaan profesi guru secara terencana dan berkelanjutan melalui prinsip kolegialitas, *mutual learning* dan *learning community*. *Lesson Study menurut Wijaya (2014)* merupakan kegiatan yang dapat mendorong terbentuknya sebuah komunitas belajar (*learning society*) yang secara konsisten dan sistematis melakukan perbaikan diri, baik pada tataran individual maupun manajerial.

Menurut Rustono (2008), Ada dua model *Lesson Study*, yaitu : *Lesson Study* berbasis sekolah yang dilakukan di sekolah oleh guru dari berbagai bidang studi serta kepala sekolah dan *Lesson Study* berbasis kelompok guru. Pada pelaksanaan LS berbasis sekolah, sekolah mungkin saja melibatkan pihak luar sebagai tenaga ahli seperti dosen dari perguruan tinggi atau undangan lain. *Lesson Study* berbasis sekolah dilaksanakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran setiap bidang studi.

Pada *Lesson Study* berbasis kelompok guru, biasanya berdasarkan bidang studi pada wilayah kerja tertentu, misalnya MGMP atau KKG. Kegiatan *Lesson Study* biasanya dikoordinir oleh kelompok guru tersebut dan dibina oleh dinas pendidikan yang terkait. Beberapa tim ahli dari dosen juga dilibatkan beserta para mahasiswa dengan bidang yang sama. Hal ini bertujuan agar terjadi kerjasama ilmiah di antara praktisi pendidikan.

Lesson study yang didesain dengan baik akan menjadikan guru profesional dan inovatif. Dengan melaksanakan *lesson study*, para guru dapat (1) menentukan kompetensi yang perlu dimiliki siswa, merencanakan dan melaksanakan pembelajaran (*lesson*) yang efektif; (2) mengkaji dan meningkatkan pelajaran yang bermanfaat bagi siswa; (3) memperdalam pengetahuan tentang mata pelajaran yang disajikan para guru; (4) menentukan standar kompetensi yang akan dicapai para siswa; (5) merencanakan pelajaran secara kolaboratif; (6) mengkaji secara teliti belajar dan perilaku siswa; (7) mengembangkan pengetahuan pembelajaran yang dapat diandalkan; dan (8) melakukan refleksi terhadap pengajaran yang dilaksanakannya berdasarkan pandangan siswa dan koleganya (Lewis, 2002). Kegiatan ini menyediakan suatu wadah bagi guru dan tim *Lesson Study* untuk berkolaborasi dan merancang *lesson* (pembelajaran) dan mengevaluasi kesuksesan strategi-strategi mengajar yang telah diterapkan.

Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan *Lesson Study* adalah untuk:

1. Membuka kesempatan bagi guru untuk melakukan perbaikan pembelajaran melalui proses kolaborasi

2. Memberi peluang diskusi yang produktif tentang aspek pembelajaran yang telah dilaksanakan.

Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah guru berkesempatan untuk melakukan perbaikan-perbaikan pembelajaran melalui proses-proses kolaborasi, mulai dari tahap perencanaan (*plan*), pelaksanaan (*do*), dan refleksi (*see*), yang mengarah pada peningkatan kualitas pembelajaran khususnya pada materi sistem respirasi.

2. METODE PENELITIAN

Lesson study berbasis sekolah dilaksanakan di MTS Model Makassar. Terdapat tiga tahap Lesson Study yaitu yaitu *plan*, *do* dan *see*. *Plan* adalah tahap perencanaan yaitu Team Teaching berkolaborasi untuk merencanakan dan merevisi perangkat pembelajaran Sistem Respirasi yang mencakup RPP, LKPD, Media, Tes Hasil Belajar selain itu juga dilakukan simulasi pembelajaran oleh dua orang anggota team teaching. Tahap Do, pelaksanaan pembelajaran dan penerapan perangkat, sebagai observer dua orang Dosen Biologi FMIPA UNM dan tiga guru IPA dari MTS Model. Fase See, team teaching dan observer merefleksikan pembelajaran meliputi aspek yang terlaksana dengan baik dan aspek yang memerlukan perbaikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pelaksanaan Lesson Study yang dilakukan, diperoleh beberapa hasil baik dari proses di tiap tahapan lesson studi maupun dari refleksi tim pengamat serta kesan siswa. Pelaksanaan lesson studi terdiri dari tiga tahap yaitu *plan*, *do*, dan *see*. Pada tahap perencanaan (*plan*), *team teaching* yang terdiri dari dua dosen Biologi FMIPA UNM dan lima guru IPA dari MTS Model Makassar telah berkolaborasi dalam merencanakan perangkat pembelajaran Sistem Respirasi yang mencakup RPP, LKPD, Media pembelajaran, dan Tes Hasil Belajar. Pada tahap ini juga dilakukan simulasi pembelajaran oleh dua orang anggota *team teaching*.

Tahap pelaksanaan (*do*) merupakan aksi nyata pelaksanaan pembelajaran dan penerapan perangkat pembelajaran yang telah direncanakan dan disusun pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini proses pembelajaran dipandu oleh dua orang guru IPA dari *team teaching* dan anggota *team teaching* lainnya bertindak sebagai observer yang mengamati seluruh rangkaian proses pembelajaran tanpa melakukan intervensi terhadap kegiatan pembelajaran. Fokus pengamatan diarahkan pada aktivitas belajar peserta didik dengan berpedoman pada prosedur dan instrumen pengamatan yang telah disepakati pada tahap perencanaan.

Tahap terakhir adalah refleksi (*see*) tentang proses pembelajaran yang telah dilakukan. Pada tahap ini *team teaching* mendiskusikan bersama aspek yang telah terlaksana dengan baik dan aspek yang masih memerlukan perbaikan. Beberapa aspek yang menjadi perhatian adalah kegiatan pembelajaran, hal-hal yang dilakukan oleh guru dan hal-hal yang dilakukan oleh siswa.



Gambar 1: Tahap perencanaan (*plan*)



Gambar 2: Tahap pelaksanaan (*do*). (a) dua orang guru memandu kegiatan pembelajaran, (b) guru melakukan pembimbingan kelompok, (c) observer mengamati kegiatan pembelajaran, (d) siswa mengerjakan LKPD

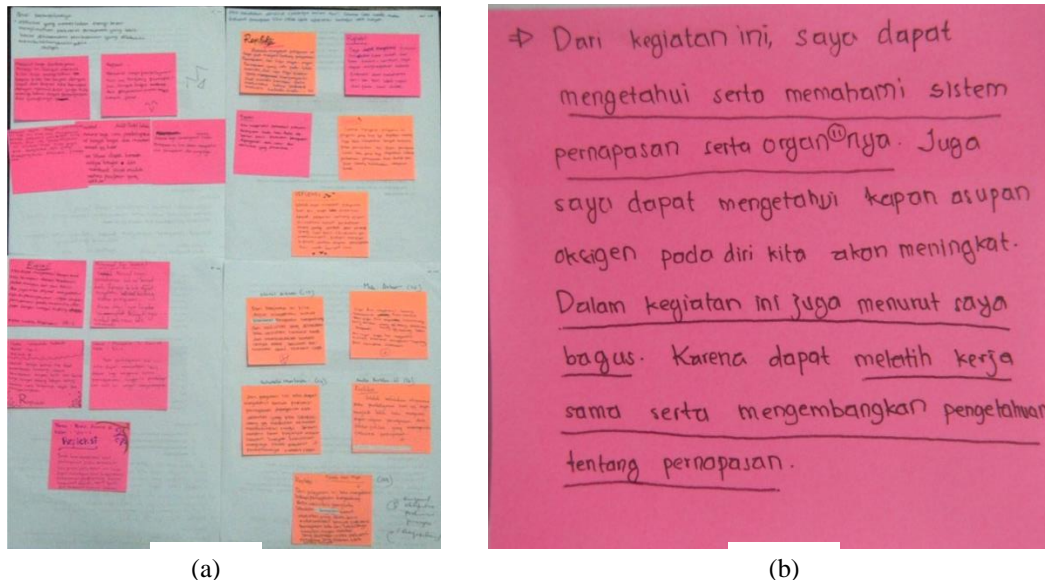
Gambar 3: Tahap refleksi (*see*)

Berdasarkan hasil refleksi, diketahui bahwa *Lesson Study* yang telah dilakukan terbukti mampu meningkatkan kualitas pembelajaran baik dari segi kegiatan pembelajaran, kegiatan yang dilakukan oleh guru, dan kegiatan yang dilakukan siswa. Beberapa aspek yang telah terlaksana dengan baik adalah guru telah menyampaikan indikator dengan jelas. Guru menjelaskan poin-poin penting pada materi sistem respirasi dan melalui LKPD siswa dapat lebih memahami materi sebagai hasil dari proses menanya dan mengumpulkan informasi sesuai dengan yang tertera dalam RPP. LKPD yang digunakan terdiri dari dua jenis, LKPD I berisi tentang struktur dan fungsi sistem respirasi. Pada LKPD ini siswa secara berkelompok mengumpulkan informasi tentang struktur dan fungsi organ-organ pernapasan khususnya yang disajikan dalam gambar pada LKPD tersebut. LKPD II menuntun siswa untuk menghitung frekuensi pernapasan dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan melalui serangkaian percobaan dan pengamatan yang juga dilakukan secara berkelompok.

Pada kegiatan pembelajaran, siswa telah terbagi ke dalam kelompok heterogen. Jumlah siswa dalam satu kelas pada kegiatan pembelajaran adalah 37 orang sehingga kelas terkesan penuh sesak. Padahal, agar proses pembelajaran dapat berlangsung efektif, sesuai peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, jumlah siswa dalam satu kelas tidak lebih dari 36 orang siswa. Namun karena keterbatasan fasilitas berupa ruang kelas maka para siswa dipadatkan dalam satu kelas. Salah satu cara untuk menangani masalah tersebut adalah dengan menerapkan kolaborasi guru atau *team teaching*. Hal ini telah berhasil diterapkan oleh guru pada proses pembelajaran yang telah dilakukan yaitu kegiatan belajar dipandu oleh dua orang guru. Penerapan *team teaching* juga dapat menyelesaikan masalah guru yang kekurangan jam mengajar yaitu banyak guru mencari jam mengajar di sekolah-sekolah swasta untuk menggenapkan standar jumlah jam mengajar untuk mendapatkan tunjangan sertifikasi. Selain itu, penerapan *team teaching* juga akan membuat proses pembelajaran menjadi lebih efektif karena pengawasan dan pembimbingan pada siswa dapat lebih memadai. Tim guru tersebut juga berkeliling dan melakukan pembimbingan di tiap kelompok sehingga perhatian guru dapat menyebar dan lebih maksimal ke seluruh anggota kelompok.

LKPD yang digunakan membuat seluruh siswa aktif dan berpartisipasi dalam kegiatan. Selain itu siswa juga membuat laporan hasil pengamatan per kelompok dan semua kelompok mempresentasikannya di depan kelas. Reward yang diberikan guru berupa applaus membuat siswa lebih bersemangat. Diakhir kegiatan pembelajaran, setiap siswa membuat refleksi hasil pembelajaran. Dari seluruh refleksi

yang dituliskan siswa dapat disimpulkan bahwa siswa telah mampu menguasai materi sistem respirasi khususnya cara menghitung frekuensi pernapasan, hal-hal yang mempengaruhi frekuensi pernapasan, serta nama dan fungsi organ-organ pernafasan. Selain itu siswa juga merasa senang dalam mengikuti kegiatan pembelajaran karena kegiatan tersebut membuat siswa lebih aktif dan semua siswa dapat terlibat dalam kegiatan kelompok.



Gambar 4: Refleksi siswa (a) refleksi kelompok, (b) refleksi salah satu siswa

Adapun beberapa aspek yang masih perlu dibenahi adalah pada kegiatan pembelajaran, guru tidak mengaitkan antara KI I dan KI II. Sebaiknya, setelah guru menjelaskan tentang sistem respirasi, guru dapat menuntun peserta didik untuk lebih mengagumi kuasa Tuhan dan mensyukuri nikmatNya. Guru juga sebaiknya memandu kelompok secara klasikal agar guru tidak menjelaskan secara berulang-ulang. Adapun prosedur kerja dalam LKPD tidak dijelaskan oleh guru seperti cara penggunaan stopwatch dan cara menghitung nafas. LKPD yang disiapkan juga kurang memadai sehingga siswa terkadang berebut untuk membaca dan mengerjakan soal dalam LKPD. Diakhir kegiatan pembelajaran guru tidak memberikan tugas belajar kepada siswa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa Lesson Study telah meningkatkan kualitas pembelajaran, meningkatkan kompetensi paedagogik guru dan membuat peserta didik aktif dan senang belajar IPA.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aziz, A.A., Adnan., Bahri, A. (2011) Peningkatan Kemampuan Proses Kognisi Mahasiswa Melalui Penggunaan Lembar Kerja. Laporan Hasil Penelitian. UNM Makassar.
- [2] Azis, Andi Asmawati (2012) Laporan Lesson Study Biologi. Makassar: Universitas Negeri Makassar.

-
- [3] Faisal (2011) Laporan Pelaksanaan PPL Berbasis Lesson Study. Malang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
 - [4] Ibrohim (2010) Paduan Pelaksanaan Lesson Study Di KKG. Malang: Universitas Negeri Malang.
 - [5] Lewis, C.C (2002) Brief Guide To Lesson Study. Philadelphia: Research for Better Schools.
 - [6] Rustono, W.S. (2008) Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Menerapkan Strategi Pembelajaran Melalui Lesson Study Di Sekolah Dasar. Jurnal Pendidikan Dasar.
 - [7] USAID Prioritas (2015) Praktik yang Baik di Sekolah Menengah Pertama Dan Madrasah Tsanawiyah (SMP dan MTs) .Modul Pelatihan.
 - [8] Wijaya, Nofian., Prantiasih, Arbaiyah., Untari, Sri (2014) Penerapan Lesson Study dalam Pembelajaran Mata Pelajaran PKn untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Animasi SMK Negeri 11 Malang. Malang: FIS UM.
 - [9] Winarsih, A., Mulyani, S. (2012) Peningkatan Profesionalisme Guru IPA Melalui Lesson Study Dalam Pengembangan Model Pembelajaran PBI. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia.

PENDEKATAN KONTEKSTUAL DAN PENDEKATAN KONSEP DALAM PEMBELAJARAN PENCEMARAN LINGKUNGAN

Sitti Saenab¹, Sri Rahayu Lestari² Yusminah Hala³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi/ Biologi/ Universitas Negeri Makassar
Jl. A. P. Pettarani Makassar Telp 0411869834, 0411869854, Fax 868794,
web//<http://www.unm.ac.id>
email: saenabsitti@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan pembelajaran merupakan hal penting dalam peningkatan hasil belajar siswa. Pengembangan pembelajaran tersebut termasuk dalam penerapan pendekatan. Saat ini ada banyak pendekatan yang dapat diterapkan oleh guru dalam rangka meningkatkan hasil belajar siswa antara lain pendekatan kontekstual dan pendekatan konsep. Kedua pendekatan tersebut dapat diterapkan pada materi pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar biologi antara siswa yang dibelajarkan dengan pendekatan kontekstual dan siswa yang dibelajarkan dengan pendekatan konsep di kelas X SMA Negeri 3 Watansoppeng. Desain penelitian ini adalah Pretest -Posttest Control Group Design. Rata-rata hasil belajar pada ranah kognitif untuk kelas eksperimen I yang dibelajarkan dengan pendekatan kontekstual adalah 73,3 dan kelas eksperimen II yang dibelajarkan dengan pendekatan konsep adalah 66,5, dari data tersebut diperoleh rata-rata nilai N-Gain untuk kelas yang dibelajarkan dengan pendekatan kontekstual adalah 0,5 sedangkan rata-rata nilai N-Gain untuk kelas yang dibelajarkan dengan pendekatan kontekstual adalah 0,3. Dari hasil uji hipotesis menunjukkan nilai sig (2-tailed) $0,028 < \alpha (0,05)$. Berdasarkan kriteria tersebut, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan dari hasil belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan pendekatan kontekstual dan siswa yang dibelajarkan dengan pendekatan konsep.

Kata kunci : Pendekatan Kontekstual, Pendekatan Konsep, Hasil Belajar

**PENINGKATAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR
MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI
TERBIMBING (*GUIDED-INQUIRY*) SISWA KELAS X₂
SMA NEGERI 2 SENGKANG**

Muhiddin Palennari¹, Surya Satar², dan Siti Saenab³

^{1,2,3} Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar

Jalan Daeng Tata Raya, Makassar

e-mail: muhiddin.p@unm.ac.id

ABSTRAK

Model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengembangkan dan meningkatkan keterampilan proses sains dasar pada saat pelajaran. Keterampilan proses sains dasar yang dapat dikembangkan antara lain mengobservasi, mengklasifikasi, menyimpulkan suatu masalah pembelajaran dan komunikasi yang baik antar peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang dilaksanakan selama dua siklus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan meningkatkan keterampilan proses sains dasar melalui penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing (guided-Inquiry). Subjek penelitian yaitu siswa kelas X₂ SMA Negeri 2 Sengkang. Pengumpulan data dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2014/2015. Data penelitian yang dikumpulkan adalah aktivitas keterampilan proses sains dasar dengan menggunakan lembar observasi. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata keterampilan proses sains dasar pada siklus I sebesar 44%, sedangkan pada siklus II sebesar 71%, sehingga selisih peningkatannya sebesar 27%. Dengan demikian disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan proses sains dasar.

Kata kunci: *Inkuiri Terbimbing, Keterampilan Proses Sains Dasar*

1. PENDAHULUAN

Hasil observasi di kelas X₂ SMA Negeri 2 Sengkang menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang digunakan guru pada umumnya adalah metode diskusi dan tanya-jawab. Pada penerapan metode tersebut, terlihat aktivitas siswa yang monoton dan kurang bersemangat untuk mengikuti materi pembelajaran, kurangnya motivasi mengajukan atau menjawab pertanyaan, kurangnya kemampuan berkomunikasi. Demikian pula hasil observasi yang dilakukan pada sesi tanya jawab, juga terlihat minat siswa untuk menjawab pertanyaan masih sangat kurang dan tidak adanya siswa yang mengacungkan tangan pada saat guru mempersilahkan untuk menjawab pertanyaan yang diberikan, melainkan harus disebut namanya satu per satu.

Proses pembelajaran yang berlangsung di kelas tersebut dapat dikategorikan dalam keadaan pasif sebab guru yang lebih mendominasi setiap pembelajaran sedangkan siswa hanya mendengarkan penjelasan dari guru. Hasil observasi juga menunjukkan hanya 2 dari 30 siswa yang memiliki keterampilan proses sains dasar dalam kategori tinggi yang berarti kurang dari 7% total siswa dalam kelas, selebihnya berada dalam kategori rendah. Untuk mengatasi persoalan yang terjadi di kelas salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan adalah model pembelajaran inkuiri terbimbing. Model pembelajaran tersebut dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir atas fakta apa yang mereka dapatkan dan bagaimana fakta itu bisa terjadi. Selain itu, model pembelajaran tersebut dapat meningkatkan keterampilan proses sains di dalam kelas

pada saat pelajaran berlangsung. Belgin (2009) menyatakan bahwa dalam inkuiri terbimbing siswa yang belajar secara kooperatif menunjukkan sikap yang positif. Artinya dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing siswa memiliki kesempatan untuk dapat menunjukkan keterampilan proses yang dimilikinya.

Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing sangat baik digunakan untuk pembelajaran yang menuntut keaktifan siswa dalam proses pembelajarannya. Hal ini disebabkan, model pembelajaran inkuiri terbimbing, menuntut adanya keterampilan proses dalam kegiatan belajar siswa seperti mengobservasi, mengklasifikasi, menyimpulkan suatu masalah pembelajaran dan komunikasi yang baik antar peserta didik. Terciptanya kegiatan siswa dalam pembelajaran merupakan nilai utama dalam pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing sehingga siswa diharapkan memiliki keterampilan proses dalam menemukan suatu fakta.

Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains dasar siswa pada konsep materi ekosistem di kelas X₂ SMA Negeri 2 Sengkang Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan. Pada konsep Ekosistem sangat tepat diterapkan pendekatan keterampilan proses karena materi ini membuat siswa aktif dalam pembelajaran seperti adanya kegiatan mengobservasi, mengklasifikasikan, memprediksi, mengkomunikasikan dan menarik kesimpulan. Keterampilan proses sains tersebut sesuai dengan Asosiasi Amerika untuk Kemajuan Sains (AAAS, 1993) dalam Ongowo dan Indoshi (2013) yang menyebutkan keterampilan proses sains dasar terdiri dari menyimpulkan, mengamati, mengukur, berkomunikasi, mengklasifikasi, memprediksi. Demikian juga yang diungkapkan oleh Osgelen (2012) bahwa pada keterampilan proses sains terdapat keterampilan-keterampilan seperti prediksi, inferensi, hipotesis, dan klasifikasi, dan observasi.

Terbentuknya aktivitas keterampilan proses dalam pembelajaran tersebut akan membuat pembelajaran lebih bermakna dalam kehidupan anak. Hal ini disebabkan karena (1) adanya keterlibatan siswa dalam menyusun dan membuat perencanaan proses belajar mengajar, (2) adanya keterlibatan intelektual emosional siswa melalui dorongan dan semangat yang dimilikinya, (3) adanya keikutsertaan siswa secara kreatif dalam mendengarkan dan memerhatikan apa yang disajikan guru. Sebagaimana disebutkan oleh Sudjana (2013) bahwa tinggi rendahnya kadar kegiatan belajar banyak dipengaruhi oleh pendekatan mengajar yang digunakan guru. Hal inilah menjadikan model pembelajaran inkuiri sangat cocok untuk diterapkan dalam pembelajaran ekosistem. Dengan penerapan model pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing ini diharapkan keterampilan proses sains dasar di kelas X menjadi lebih tinggi. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan judul "Peningkatan Keterampilan Proses Sains Dasar Biologi Siswa Kelas X₂ SMA Negeri 2 Sengkang Melalui Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (*Guided-Inquiry*).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas (PTK) dengan fokus peningkatan keterampilan proses sains dasar. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret - April 2015. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 2 Sengkang, Kabupaten Wajo dengan subjek siswa kelas X₂ semester genap tahun ajaran 2014-2015 yang berjumlah 30 orang.

Penelitian dilaksanakan sebanyak dua siklus. Setiap siklus terdiri atas 2 kali pertemuan penyampaian materi pembelajaran. Setiap pertemuan dilaksanakan

dengan durasi waktu 2 x 45 menit. Apabila pada siklus I belum mencapai indikator keberhasilan maka siklus II dilaksanakan, dimana siklus II ini merupakan perbaikan dari siklus I dan disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai. Penelitian ini hanya dilaksanakan sampai pada Siklus II karena indikator keberhasilan telah tercapai.

Pelaksanaan tindakan yang dilakukan pada kedua siklus secara operasional dijabarkan sebagai berikut:

Siklus I

Pada pertemuan pertama. Guru membagi siswa ke dalam 5 kelompok heterogen dimana setiap kelompok terdiri atas 6 orang siswa. Setelah itu, guru membagikan LKPD. Kemudian, guru mengarahkan siswa untuk ke luar kelas dan memulai pengamatan sesuai langkah kerja yang dituliskan pada LKPD. Setelah pengamatan selesai, siswa kembali ke dalam kelas untuk melakukan diskusi kelompok sambil mengerjakan pertanyaan yang ada pada LKPD. Kemudian dilanjutkan dengan diskusi kelas.

Setelah diskusi kelas selesai, guru memberikan kesimpulan terkait materi yang telah dipelajari pada hari itu. Sebelum menutup pembelajaran guru meminta siswa untuk mempelajari aliran energi dan daur biogeokimia. selanjutnya ketua kelas memimpin doa lalu guru menutup pembelajaran dengan salam.

Pertemuan 2, Guru mengarahkan siswa untuk memulai pengamatan di luar kelas dan melakukan pengamatan sesuai dengan langkah kegiatan yang ada pada LKPD. Setelah melakukan pengamatan, siswa diarahkan kembali ke dalam ruangan, dan melakukan diskusi kelompok sambil menjawab pertanyaan yang ada di dalam LKPD kemudian dilanjutkan ke dalam diskusi kelas. Setiap kelompok wajib mempresentasikan hasil pengamatannya dan melakukan tanya jawab antar kelompok. Sebelum menutup pembelajaran guru meminta siswa untuk mempelajari komponen ekosistem, aliran energi dan daur biogeokimia sebab pada pertemuan selanjutnya akan dilaksanakan evaluasi siklus I.

Pada saat proses pembelajaran berlangsung, observer mengamati kegiatan belajar mengajar yang terjadi dalam kelas, setiap observer mengamati 2 kelompok) terkait keterampilan proses sains dasar siswa dengan menggunakan lembar observasi.

Siklus II

Materi pembelajaran pada siklus II adalah pencemaran dan kerusakan lingkungan serta daur ulang limbah,. Seluruh tahapannya sama dengan pertemuan-pertemuan sebelumnya dengan beberapa perbaikan bersarkan hasil pada siklus 1.

Teknik analisis data yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi teknik kuantitatif dan teknik kualitatif. Adapun pengkategorian tingkat keterampilan proses sains dasar ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengkategorian Tingkat Keterampilan Proses Sains Dasar

No	Interval skor (%)	Kriteria
1	81.26 - 100	Tinggi
2	62.51 - 81.25	Cukup
3	43.76 - 62.50	Rendah
4	25 - 43.75	Sangat Rendah

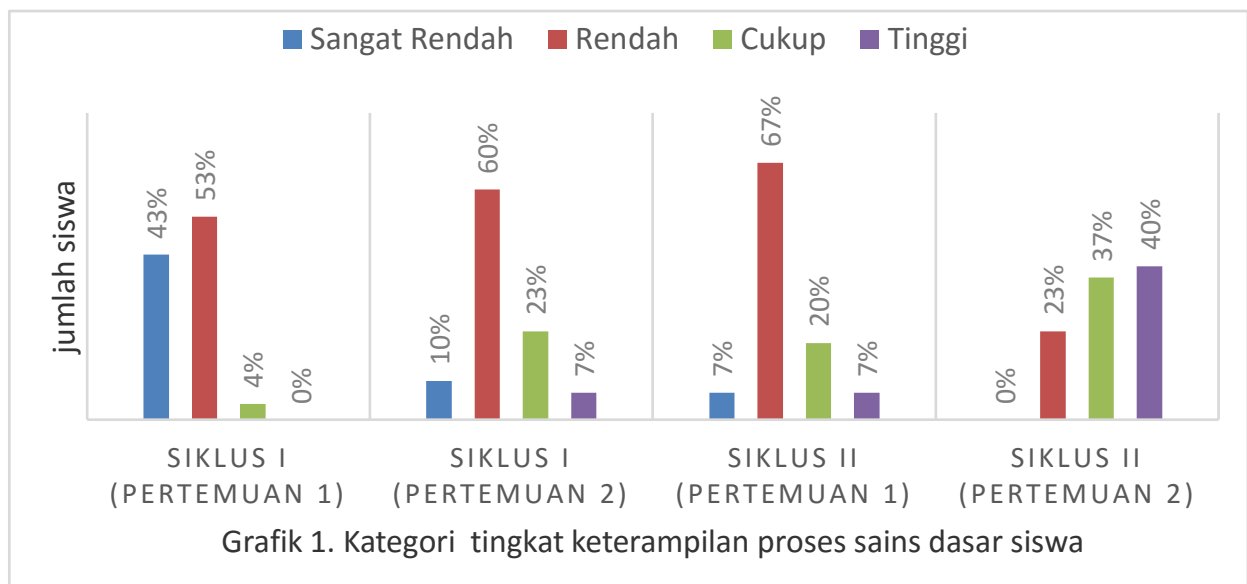
Indikator keberhasilan dari penelitian ini yaitu apabila peningkatan keterampilan proses sains dasar berada dalam kategori cukup sebanyak 50% dari total siswa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data keterampilan proses sains dasar diperoleh melalui lembar observasi selama proses pembelajaran berlangsung setiap pertemuan ditunjukkan pada Tabel 2. dan persentasi peningkatan keterampilan proses sains dasar siswa dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Persentase Keterampilan Proses Sains Dasar pada Setiap Siklus Pembelajaran

No	Indikator	SIKLUS 1 (%)		SIKLUS 2 (%)	
		Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 1	Pertemuan 2
1	Mengobservasi	58	55	58	-
2	Mengklasifikasikan	40	50	66	97
3	Memprediksi	30	48	-	-
4	Mengkomunikasikan	33	42	58	80
5	Inferensif	33	49	47	75
Rata-rata		39	49	57	84



Pengamatan keterampilan proses sains dasar siswa kelas X₂ SMA Negeri 2 Senggang pada pembelajaran biologi melalui penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing terlihat terjadi peningkatan dari siklus I ke siklus II. Pada siklus I persentasi rata-rata keterampilan proses sains dasar adalah 44% dan pada siklus II menjadi 71%. Keterampilan proses sains dasar pada siklus I dapat dikategorikan ke

dalam kategori rendah dan pada siklus II kategorinya menjadi cukup. Selisih persentasi aktivitas pada siklus I dan II adalah sebesar 25,7%. Berdasarkan data tersebut, maka penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dikatakan berhasil sebab keterampilan proses sains dasar meningkat dan telah mencapai indikator keberhasilan.

Penjelasan terkait indikator keterampilan proses sains dasar yang diperoleh dijelaskan lebih lanjut. Keterampilan mengobservasi pada siklus I untuk pertemuan pertama adalah mencapai 58%, persentase ini tergolong rendah dan untuk pertemuan kedua turun menjadi 55%. Sedangkan pada siklus II pertemuan pertama persentasinya meningkat kembali ke 58%. Terjadinya penurunan keterampilan mengobservasi siswa kelas X₂ pada pertemuan kedua siklus I, karena perbedaan kegiatan mengobservasi pada pertemuan pertama dan kedua. Kegiatan mengobservasi pada pertemuan pertama lebih sederhana dibanding pada pertemuan kedua, pada pertemuan pertama siswa mengamati komponen ekosistem sedangkan pertemuan kedua siswa mengamati rantai makanan yang terjadi dalam lingkungan sekolah. Pada saat melakukan pengamatan, objek pengamatan pada saat pembelajaran tersebut tidak semuanya muncul seperti yang diharapkan pada saat pra-penelitian, sehingga interaksi yang diharapkan terjadi tidak teramati oleh siswa. Walaupun tidak terjadi peningkatan keterampilan mengobservasi, namun dengan adanya kegiatan mengumpulkan data dalam tahapan model inkuiri terbimbing, memungkinkan terjadi peningkatan keterampilan proses sains dasar karena dalam kegiatan mengumpulkan data secara tidak langsung siswa melakukan kegiatan observasi.

Pada siklus I, keterampilan mengklasifikasikan pada pertemuan pertama adalah 40% dan pada pertemuan kedua meningkat menjadi 50%, sedangkan pada siklus II menjadi 66% untuk pertemuan pertama dan pertemuan kedua meningkat lagi menjadi 97%. Fakta ini menunjukkan bahwa model inkuiri terbimbing dapat melatih keterampilan mengklasifikasikan, karena dalam tahapan model inkuiri terbimbing terdapat kegiatan mengumpulkan data, dimana kegiatan ini melatih siswa dalam mengkategorikan data dan membedakan data atau sesuatu yang diperoleh dalam pengamatan.

Selanjutnya, keterampilan memprediksi pada pertemuan pertama siklus I adalah 30% dan pada pertemuan kedua meningkat menjadi 48%. Hal ini disebabkan karena terdapat kegiatan mengajukan hipotesis dalam tahapan model inkuiri terbimbing yang melatih siswa untuk melakukan keterampilan memprediksi. Namun, kegiatan memprediksi dalam keterampilan proses sains dasar bukan hanya berarti menyusun hipotesis melainkan memprediksi sesuatu dengan pola yang pernah dipelajari sebelumnya. Indikator memprediksi tidak muncul pada siklus II baik pada pertemuan pertama maupun pertemuan kedua karena kegiatan pembelajaran pada siklus II tidak memungkinkan untuk dimunculkannya indikator memprediksi. Walaupun terjadi peningkatan, keterampilan memprediksi masih dalam kategori rendah. Hal ini dikarenakan keterampilan prediksi merupakan salah satu keterampilan yang butuh perencanaan untuk dimunculkan dalam suatu proses pembelajaran. Sesuai yang dikemukakan Amnah (2013) bahwa keterampilan memprediksi hanya dapat muncul ketika guru mengajukan pertanyaan bagi siswa untuk memprediksi. Guru meminta siswa untuk memprediksi apa yang terjadi ketika diberikan situasi tanpa menyadari bahwa itu adalah salah satu keterampilan proses. Guru harus memberi kesempatan bagi siswa untuk membuat prediksi. Kegiatan tersebut adalah proses dimana guru harus mengajukan pertanyaan atau

bentuk pertanyaan berupa pemecahan masalah untuk para siswa dalam membuat prediksi.

Berbeda dengan keterampilan lainnya, keterampilan mengkomunikasikan cukup memuaskan karena terjadi peningkatan pada setiap pertemuan baik pada siklus I maupun pada siklus II. Pada pertemuan pertama siklus I sebanyak 33 % dan pada pertemuan kedua menjadi 42%, sedangkan pada siklus II pertemuan pertama 58% dan pada pertemuan kedua siklus II mengalami peningkatan menjadi 80%. Hal ini membuktikan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan mengkomunikasikan terutama pada saat mengajukan dan menjawab pertanyaan. Keterampilan mengkomunikasikan tidak hanya dalam bentuk pertanyaan atau menjawab pertanyaan. Sebagaimana dikemukakan oleh Yockey (2001) bahwa siswa dapat mengkomunikasikan hasil observasinya dengan ucapan, tulisan atau dengan menggambar. Cara yang lain dalam mengkomunikasikan dapat menggunakan grafik, charta, peta, diagram dan demonstrasi.

Keterampilan proses sains dasar berikutnya yang juga mengalami peningkatan adalah keterampilan inferensi. Keterampilan tersebut meningkat, dari 33% pada pertemuan pertama menjadi 47% pada pertemuan kedua siklus I dan pada siklus II meningkat menjadi 49% pada pertemuan pertama dan menjadi 75% pada pertemuan II. Hal ini membuktikan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan inferensi karena dengan adanya kegiatan menyimpulkan pada tahapan model inkuiri terbimbing maka memungkinkan keterampilan inferensi dapat meningkat. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Staver dan Teluk dalam Colburn (1997) bahwa inkuiri terbimbing memberikan suatu masalah untuk dipecahkan, bahan yang diperlukan, tetapi bukan hasil yang diharapkan sehingga siswa dapat menemukan hubungan dan generalisasi dari data yang dikumpulkannya.

Keterampilan proses sains dasar yang terjadi pada siklus II secara umum mengalami peningkatan dan penerapannya menjadi lebih baik dari siklus sebelumnya. Pelaksanaan tindakan siklus II sebagai perbaikan dari pelaksanaan siklus I memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan proses sains dasar siswa. Namun demikian, khusus pada kemampuan mengobservasi berada pada kategori rendah yaitu sebesar 58%. Akan tetapi, kemampuan mengklasifikasikan meningkat pada siklus II yakni 97% termasuk ke dalam kategori tinggi. Lain halnya dengan kemampuan memprediksi, kemampuan ini tidak muncul karena materi pembelajaran pada siklus II tidak tersedia kegiatan yang membuat siswa melakukan prediksi. Selanjutnya, kemampuan mengkomunikasikan dan inferensi masing-masing berada dalam kategori cukup dengan persentase 80% dan 75%. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penggunaan model inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan proses sains dasar. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Kubicek (2005) bahwa pembelajaran berbasis inkuiri dapat meningkatkan kegiatan pembelajaran secara aktif. Temuan ini juga sejalan yang dikemukakan oleh Meuler (2008) bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing akan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan keterampilan ini akan jauh lebih baik jika dikaitkan dengan kerja laboratorium

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Penerapan model pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan proses sains dasar siswa kelas X₂ SMA Negeri 2 Sengkang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amnah , R. *et.al.* 2013. *Inculcation of Science Process Skills in a Science Classroom* . Vol.9 pp. 47-48. Published by Canadian Center of Science and Education.
- [2] Bilgin, I. 2009. The Effects of Guided Inquiry Instruction Incorporating a Cooperative Learning Approach on University Students' Achievement of Acid and Bases Concepts and Attitude Toward Guided Inquiry Instruction. *Scientific Canadian Journal of Learning and Technology*. Vol 31(1): 1-5
- [3] Meuler, D. 2008. Using A Guided Inquiry Approach in The Traditional Vertebrate Anatomy Laboratory. *The American Biology Teacher*. Vol. 70 (1): 35 – 38.
- [4] Ongowo, R. O., & Indoshi F. C. 2013. *Science Process Skills in the Kenya Certificate of Secondary Education Biology Practical Examinations*. Vol.4, 11, 713-717. SciRes (<http://www.scirp.org/journal/ce>).
- [5] Osgelen, S. 2012. Student's Science Process Skill Within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. Vol. 8 (4): 283-292.
- [6] Sudjana, N. 2013. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Penerbit Sinar Baru Algensindo.
- [7] Yockey, J. A. 2001. A Key to Science Learning. *Science & Children*. Vol 38 (7): 36-41.

Hubungan Pengetahuan Gizi Dengan Pola Makan Melalui Penerapan Modul Gizi

A.Mushawwir Taiyeb¹⁾, Andi Asmawati Azis²⁾ Lili Handayani⁽³⁾

¹⁾ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

²⁾ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

³⁾ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

Email: Handayanih46@gmail.com

Abstrak

Pengetahuan Gizi adalah salah satu faktor yang dapat membentuk pola makan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan pengetahuan gizi dengan pola makan melalui penerapan modul gizi. Populasi penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Barru tahun ajaran 2014/2015. Sampel penelitian adalah siswa kelas XI IPA⁴ terdiri dari 8 laki-laki dan 22 perempuan. Penerapan Modul Gizi dilaksanakan sebanyak 2x pertemuan. Pengukuran pengetahuan gizi dilakukan dengan pengerjaan soal latihan setiap unit yang terdapat pada modul gizi sedangkan pola makan diukur dengan menggunakan Food Diary Recall dan Food Frequency. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji korelasi Pearson Product Moment. Hasil penelitian menunjukkan, (1) Pengetahuan gizi siswa berada pada kategori sangat baik 80% dan baik 20% (2) Pola makan siswa berdasarkan beda jenis konsumsi termasuk pada kategori kurang 20%, normal 50%, lebih 30%, (3) terdapat korelasi antara pengetahuan gizi dengan pola makan pada kategori sedang dengan nilai korelasi yaitu 0,477.

Kata Kunci: Pengetahuan Gizi, Pola Makan, Modul Gizi

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi seperti sekarang dimana kemajuan teknologi semakin berkembang pesat dan persaingan di berbagai aspek memberikan dampak besar terhadap kemajuan bangsa. Olehnya itu, manusia diberbagai negara dituntut untuk memiliki daya saing yang tinggi agar dapat mengikuti alur persaingan global sehingga era globalisasi dapat memberikan dampak positif pada suatu bangsa. Daya saing yang tinggi dapat tercipta dengan baik apabila suatu bangsa melakukan pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) pada masyarakatnya.

Sumber daya manusia mencakup kualitas hidup dan produktivitas kerja manusia. Kualitas hidup dan produktivitas kerja akan tercapai dengan optimal bilamana tubuh dalam kondisi sehat. Sementara itu kondisi tubuh sehat sangat erat kaitannya dengan kecukupan gizi. Kecukupan gizi telah terbukti berpengaruh pada pertumbuhan fisik, perkembangan mental dan intelektual, meningkatkan produktivitas, mencegah resiko terjadinya penyakit, yang dapat menurunkan angka kesakitan dan kematian (Depkes, 2002).

Bagi seseorang yang berada dalam tahap belajar, gizi sangat diperlukan dalam upaya menunjang prestasi belajar. Pelajar SMA merupakan pemuda-pemudi yang membutuhkan perhatian karena pelajar SMA tidak akan lama lagi memegang peran penting dalam pembangunan bangsa. Bapak presiden pertama Indonesia, Ir. Soekarno menyatakan bahwa satu orang pemuda dapat mengubah dunia. Beratnya tanggung jawab seorang pemuda terhadap perkembangan bangsa maka kebutuhan pemenuhan gizi dalam tubuhnya perlu diperhatikan.

Menurut Devi (2012), menu gizi seimbang seharusnya menjadi pedoman bagi pola makan anak sekolah. Saat makan harus selalu tersedia: Sumber karbohidrat : nasi, roti, kentang, sereal. Sumber protein: ikan, telur, daging, tempe, tahu. Sumber lemak : margarine, minyak goreng, atau lemak yang terkandung dalam sumber protein (daging, telur, ikan). Sumber vitamin mineral : sayuran dan buah. Untuk menyempurnakan ditambah dengan segelas susu.

Pada kenyataannya masih banyak anak sekolah atau orang tua tidak memperhatikan kelengkapan gizi dari makanan yang dikonsumsi. Oleh karena itu, penting membekali siswa dengan pengetahuan gizi dalam hal ini pemenuhan gizi seimbang agar pola makan siswa teratur dan tidak sembarangan dalam memilih makanan. Adapun usaha yang dapat dilakukan adalah melakukan sosialisasi tentang pentingnya pemenuhan gizi seimbang. Kenyataan yang terjadi di lapangan saat ini adalah sosialisasi yang dilakukan oleh pemerintah belum merata. Oleh karena itu, peneliti berinisiatif melakukan sosialisasi melalui penelitian dengan menggunakan modul gizi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aulia (2014) diperoleh kesimpulan bahwa terdapat pengaruh penggunaan modul terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran keterampilan komputer dan pengelolaan informasi di SMK Negeri 2 Bukittinggi. Selain itu, Nirwana (2009) juga menuturkan bahwa menggunakan modul dalam pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar siswa.

Melihat bahwa penggunaan modul dalam pembelajaran memberikan dampak positif pada siswa maka diharapkan penggunaan modul gizi dalam proses pembelajaran dapat menjadi salah satu upaya dalam dunia pendidikan untuk memperbaiki kualitas SDM yaitu dapat meningkatkan pengetahuan gizi dan membuka pikiran siswa yakni menyadari bahwa hidup sehat dimulai dari mengatur pola makan dengan baik. Menurut Suhardjo dalam Khomsan (2006) secara umum faktor yang mempengaruhi pola makan seseorang dikaitkan dengan gaya hidup seperti pendapatan, pekerjaan, pendidikan, tempat tinggal (kota/desa), karakteristik individu, pengetahuan gizi. Pemenuhan gizi seimbang bukanlah hal yang mudah bagi pelajar, karena kesibukan dengan berbagai tugas dan kegiatan. Padahal kebutuhan gizi yang terpenuhi dengan baik akan membuat orang lebih memiliki kemampuan untuk belajar lebih mudah. Oleh karena itu, pengetahuan gizi yang baik diharapkan dapat mempengaruhi pola konsumsi makanan yang baik dan sehat.

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan penelitian ini adalah Bagaimanakah hubungan Pengetahuan Gizi dengan Pola Makan melalui Penerapan Modul Gizi.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian korelasional yang bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan pengetahuan gizi melalui penggunaan modul gizi dengan pola makan. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu pengetahuan gizi dengan menggunakan modul gizi dan variabel terikat yaitu pola makan. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Barru tahun ajaran 2014/2015 dengan sampel penelitiannya adalah siswa kelas XI IPA⁴ yang terdiri dari 8 orang siswa laki-laki dan 22 orang siswa perempuan. Penelitian ini akan dilaksanakan di SMA Negeri 1 Barru, Jalan Jenderal Sudirman No. 32 Kelurahan Sumpang Binangae, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru pada semester ganjil tahun ajaran 2014/2015. Adapun instrumen dalam penelitian ini yaitu 35 butir soal pengetahuan gizi yang terdapat dalam modul gizi, *Food Diary*

Recall dan *Food Frequency* untuk melihat pola makan siswa berdasarkan beda jenis konsumsi. Keeratan hubungan antara pengetahuan gizi melalui penggunaan modul gizi dengan pola makan diukur dengan menggunakan uji korelasi *Pearson Product Moment*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

a. Hasil analisis deskriptif

1) Deskripsi hasil analisis data pengetahuan gizi siswa kelas XI IPA 4

Tingkat pengetahuan gizi responden dinilai dalam menjawab total 35 pernyataan yang diajukan dalam tes pengetahuan gizi, dalam hal ini setiap unit dalam modul terdapat masing-masing 5 nomor soal. Masing-masing pernyataan diberi skor 1 (satu) jika jawaban responden tepat, dan 0 (nol) jika jawaban responden tidak tepat. Jika jawaban responden diberi skor dan hasilnya dibagi menjadi 3 kategori yaitu baik, cukup, dan kurang, distribusi frekuensi pengetahuan gizi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Frekuensi Pengetahuan Gizi Siswa kelas XII IPA di SMA Negeri 1 Barru

No.	Interval nilai	Kategori	Presentase (%)	Frekuensi
1.	81-100	Sangat Baik	80,0	24
2.	71-80	Baik	20,0	6
3.	60-70	Cukup	0	0
4.	45-59	Kurang	0	0
5.	< 44	Sangat Kurang	0	0
Jumlah			100	30

(Sumber: SMA Negeri 1 Barru)

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa pengetahuan gizi siswa setelah penggunaan modul gizi yang termasuk dalam kategori sangat baik yaitu sebanyak 24 orang dengan presentase 80 %, baik sebanyak 6 orang dengan presentase 20 %, dan tidak ada siswa yang termasuk dalam kategori cukup, kurang, dan sangat kurang.

2) Deskripsi data pola makan siswa kelas XI IPA 4 SMA Negeri 1 Barru

Data pola makan siswa pada kelas XI IPA 4 diperoleh dengan menggunakan rata-rata Beda Jenis Konsumsi (BJK) melalui pengerjaan *Food Diary Recall*. FDR ini diberikan setelah pengajaran menggunakan modul gizi. Jika angka rata-rata beda jenis konsumsi siswa dikelompokkan ke dalam tiga kategori, maka diperoleh distribusi frekuensi persentase seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2:

Tabel 4.2 Beda Jenis Konsumsi siswa Kelas XI IPA 4 SMA Negeri 1 Barru

Interval BJK	Kategori	FDR	
		Frekuensi	Persentase (%)
< 7	Kurang	6	20
7 - 9	Normal	15	50
> 9	Lebih	9	30
Jumlah		30	100

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa beda jenis konsumsi siswa yang termasuk dalam kategori kurang yaitu 6 orang dengan persentase 20%, normal sebanyak 15

orang dengan persentase 50%, dan yang termasuk dalam kategori lebih yaitu 9 orang dengan persentase 30%. Tinggi rendahnya pola makan siswa salah satunya data diukur dengan menggunakan beda jenis konsumsi, dimana siswa mencatat jumlah jenis makanan yang dikonsumsi dalam sehari. Adapun nilai deskriptif pola makan siswa berdasarkan *Food Frequency* kelas XI IPA 4 SMA Negeri 1 Barru dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Menu Makanan dengan Tingkat Konsumsi Paling Sering Berdasarkan *Food Frequency*

Menu	Jenis Makanan	Frekuensi Makan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Makanan pokok	Nasi	> 1 kali / hari	20	66,7
Lauk hewani dan hasil olahan	Ikan segar	>1 kali / hari	15	50
Kacang-kacangan dan hasil olahannya	Tahu, tempe	>1 kali/ hari	13	43,3
Sayuran	Bayam	3-6 kali / minggu	15	50
Buah-buahan	Mangga	3-6 kali / minggu	9	30
Susu dan hasil olahannya	Susu	1 kali/ hari	11	36,7
Jajanan	Bakwan	>1 kali/ hari	13	43,3
Minuman	The	1 kali / minggu	9	30

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa presentase terbesar untuk makanan pokok yang sering dikonsumsi yaitu nasi sebesar 66,7 %. Sedangkan lauk hewani memiliki presentase tertinggi kedua yaitu 50%. Berdasarkan frekuensi makan, paling banyak siswa mengonsumsi makanan pokok dan lauk hewani yaitu > 1 kali / hari, sedangkan sayuran dan buah-buahan memiliki frekuensi tertinggi kedua yaitu 3-6 kali / minggu.

1) Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan Analisis Korelasi *Product Moment Pearson*. Uji ini dilakukan untuk melihat keeratan hubungan antar variabel. Hubungan pengetahuan gizi dengan pola makan siswa kelas XI melalui penggunaan modul gizi di SMA Negeri 1 Barru dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Hubungan Pengetahuan Gizi dengan Pola Makan Siswa

		Pengetahuan gizi	Pola makan
Pengetahuan gizi	Pearson	1	.477**
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		.008
	N	30	30
Pola makan	Pearson	.477**	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	.008	
	N	30	30

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai korelasi pearson yaitu positif 0.477. Sig. (2-tailed) yang diperoleh adalah sebesar 0.008 dimana $0.008 < 0.05$, yang berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan hal ini, kita dapat menyatakan bahwa terdapat hubungan signifikan antara pengetahuan gizi melalui

penggunaan modul gizi dengan pola makan siswa kelas XI IPA 4 di SMA Negeri 1 Barru. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kekuatan hubungan antara pengetahuan gizi dengan pola makan siswa kelas XI melalui penggunaan modul gizi di SMA Negeri 1 Barru adalah sedang.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan korelasi *Pearson Product Moment*, terlihat bahwa ada hubungan positif antara pengetahuan gizi dengan pola makan dengan nilai keeratan hubungan yaitu 0,477 yang berada pada kategori sedang. Hasil penelitian ini diperkuat oleh beberapa penelitian yang dilakukan oleh Aminah dan Asyrofahnti. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aminah (2007) memperlihatkan bahwa ada hubungan antara tingkat pengetahuan mahasiswa tentang pola makan sehat dengan perilaku pola makan sehat pada mahasiswa kost. Asyrofahnti (2012) juga menyampaikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan gizi dengan pola makan sehari-hari mahasiswa.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Irawati (1992) dalam Iqbal, dkk (2013) juga mengatakan tingkat pengetahuan gizi seseorang berpengaruh terhadap sikap dan perilaku dalam pemilihan makanan (pola makan) yang pada akhirnya akan berpengaruh pada keadaan gizi individu yang bersangkutan. Semakin tinggi pengetahuan gizi seseorang maka semakin baik pula keadaan gizinya. Hal senada juga dikemukakan oleh Rosa (2011) bahwa tingkat pengetahuan gizi seseorang berpengaruh terhadap sikap dan perilaku dalam pemilihan makanan dan selanjutnya akan berpengaruh pada keadaan gizi individu yang bersangkutan. Keadaan gizi yang rendah pada suatu wilayah akan menentukan tingginya angka prevalensi kurang gizi secara nasional. Pengetahuan gizi yang kurang atau kurangnya menerapkan pengetahuan gizi dalam kehidupan sehari-hari dapat menimbulkan masalah gizi.

Pengetahuan gizi mempunyai peranan penting dalam pembentukan pola makan seseorang sebab dapat mempengaruhi seseorang dalam memilih jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Seseorang yang didasari dengan pengetahuan gizi yang baik akan memperhatikan keadaan gizi setiap makanan yang dikonsumsi. Makanan yang bergizi bukanlah suatu makanan yang mahal dan enak rasanya. Akan tetapi, makanan yang bergizi adalah makanan yang mampu memenuhi gizi yang dibutuhkan tubuh (Maharibe, 2014). Menurut Sediaoetomo dalam Rosita (2013) berpendapat bahwa semakin tinggi pengetahuan gizinya semakin diperhitungkan jenis dan kualitas makanan yang dipilih untuk dikonsumsi. Hal senada juga disampaikan oleh Abdul (2012) yang mengatakan bahwa tingkat pengetahuan gizi seseorang berpengaruh terhadap sikap dan pola dalam pemilihan makanan.

Berdasarkan pendapat yang dikemukakan oleh Nuryanto (2015) dan Indah (2008) diatas maka penggunaan modul gizi dapat menjadi satu langkah dalam pendidikan gizi di sekolah. Modul gizi yang disusun peneliti memuat kegiatan belajar yang terdiri dari unit-unit materi diantaranya materi bahan makanan, karbohidrat, protein, lemak, vitamin, air dan garam-garam mineral, zat aditif pada makanan. Selain memuat materi pelajaran, dalam modul gizi yang disusun peneliti juga memuat latihan-latihan, tugas mandiri dan uji kompetensi serta pesan-pesan gizi yang diharapkan mampu menggugah hati siswa betapa pentingnya menjaga pola makan yang sehat. Sebelum modul gizi digunakan dalam kegiatan belajar

terlebih dahulu divalidasi oleh ahli. Setelah melalui beberapa tahap dalam penyempurnaan modul gizi ini maka peneliti berkesimpulan bahwa dalam modul gizi ini dapat menambah pengetahuan siswa tentang gizi.

Berdasarkan wawancara, pola makan siswa dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ekonomi keluarga, aktivitas keseharian mereka, perasaan senang, sedih, galau, sikap acuh tak acuh terhadap kesehatan. Sikap acuh tak acuh yang dimaksud adalah siswa berpendapat bahwa apapun yang masuk kedalam perut, mereka tidak memperdulikannya, yang terpenting bagi mereka adalah bagaimana leher mereka merasakan kelezatan makanan.

Adapun faktor ekonomi keluarga, siswa menyampaikan, meskipun siswa telah menyampaikan ilmu gizi kepada keluarga tapi keluarga tidak mampu memenuhi gizi seimbang karena keterbatasan ekonomi. Siswa yang memiliki keterbatasan ekonomi, mengonsumsi apa saja yang tersedia dalam rumahnya. Jika tidak ada lauk seperti tempe, ikan maka cukup baginya makan nasi dengan mie kaldu sebagai pengganti lauk. Keadaan ekonomi mempengaruhi faktor pendapatan. Menurut Sayogya dalam Indah (2008), pendapatan seseorang sangat berpengaruh terhadap pemilihan pangan yang akan dikonsumsi. Semakin baik pendapatan seseorang maka pangan yang dikonsumsi akan semakin beragam/berkualitas.

Pengetahuan gizi berpeluang mengubah pola makan seseorang sebab dapat mempengaruhi seseorang dalam memilih jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Namun, tidak bisa dipungkiri bahwa pola makan tidak hanya dipengaruhi oleh pengetahuan akan gizi tapi juga dipengaruhi banyak faktor lain seperti faktor ekonomi, *mood*, aktivitas. Oleh karena itu, seluruh perangkat pendidikan, masyarakat harus mendapat dukungan positif dari pemerintah agar tercipta sumber daya yang berkualitas.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Pengetahuan gizi siswa kelas XI IPA 4 di SMA Negeri 1 Barru melalui penggunaan modul gizi pada umumnya dalam kategori sangat baik yaitu dengan jumlah siswa sebanyak 24 orang dengan presentase 80 %.
2. Pola makan siswa kelas XI IPA 4 di SMA Negeri 1 Barru berdasarkan hasil rata-rata beda jenis konsumsi, pada umumnya termasuk dalam kategori normal yaitu sebanyak 15 orang dengan presentase 50 %.
3. Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan uji korelasi *Pearson Product Moment*, ada hubungan positif antara pengetahuan gizi melalui penggunaan modul gizi dengan pola makan siswa kelas XI IPA 4 di SMA Negeri 1 Barru, dengan nilai keeratan hubungan yaitu 0,477 yang berada dalam kategori sedang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul, La Ode (2012) Gambaran Pengetahuan, Sikap Dan Tindakan Terhadap Status Gizi Siswa SD Inpres 2 Pannampu. Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.
- [2] Alkaitser, Sunita. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- [3] Aminah, Sunita. (2007) Hubungan Antara Tingkat Pengetahuan Dengan Perilaku Pola Makan Sehat Pada Mahasiswa Kost Di Kelurahan Tembalang Kecamatan Tembalang Kota Semarang. Tesis. Universitas Diponegoro.
- [4] Asyrofahnti, N (2012) Korelasi Antara Pengetahuan Gizi Dan Pola Makan Sehari Hari Dengan Indeks Prestasi Mahasiswa Tadris Biologi Angkatan 2011 Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo Semarang. Skripsi. Fakultas Tarbiyah Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang.
- [5] Aulia, Febrina (2014) Pengaruh Penggunaan Modul pada Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Team Achievement Divisions terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Keterampilan Komputer dan Pengelolaan Informasi di SMK Negeri 2 Bukittinggi. Jurnal Universitas Negeri Padang.
- [6] Depkes RI (2002) Materi Teknis Pelatihan Pengelola Gizi Tenaga Kerja. Jakarta: Departemen kesehatan.
- [7] Devi, Nirmala (2012) Gizi Anak Sekolah. Jakarta: Kompas.
- [8] Indah, Gayatri (2008) Analisis Faktor Sosial Ekonomi Keluarga terhadap Keanekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Agribisnis di Kabupaten Banyumas. Skripsi Program Magister Agribisnis Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- [9] Iqbal, Muhammad, Yati Ruhayati, Afianti Sulastrri (2013) Hubungan Pengetahuan Gizi terhadap Pola Makan pada Mahasiswa yang Aktif Berolahraga. Jurnal IKOR ,Volume 1 Nomor 3, Desember 2013.
- [10] Khomsan, Ali (2006) Studi Tentang Pengetahuan Gizi Ibu dan Kebiasaan Makan pada Rumah Tangga di Daerah Dataran Tinggi dan Pantai. Jurnal Gizi dan Pangan, 1(1): 23-28.
- [11] Maharibe (2014) Hubungan Pengetahuan Gizi Seimbang Dengan Praktik Gizi Seimbang Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Angkatan 2013 Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado
- [12] Nirwana, Merry (2009) Peningkatan Minat Belajar Kimia Siswa Melalui Modul Komik Pada Kelas X di MAN 2 Wates Kulon Prog. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009.
- [13] Nuryanto (2015). Pengaruh Pendidikan Gizi Terhadap Pengetahuan dan Sikap Tentang Gizi Anak Sekolah Dasar. Vol. 3, No. 1: 121–125.
- [14] Purwani, Erni, Mariyam. 2013. *Pola Pemberian Makan Dengan Status Gizi Anak Usia 1 Sampai 5 Tahun Di Kabunan Taman Pemalang*. Jurnal Keperawatan Anak. Volume 1, No. 1.

- [15]Rosa, Revida (2011) Pengetahuan Gizi dan Keamanan Pangan Jajanan Serta Kebiasaan Jajan Siswa Sekolah Dasar di Depok dan Sukabumi. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- [16]Rosita, Shely Dewi (2013) Hubungan Antara Pengetahuan Gizi, Sikap Terhadap Gizi Dan Pola Konsumsi Siswa Kelas XII Program Keahlian Jasa Boga di SMKN 6 Yogyakarta. Skripsi. Program Studi Pendidikan Teknik Boga Jurusan Pendidikan Teknik Boga dan Busana Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

PENGEMBANGAN KARAKTER KEPEMIMPINAN DAN TANGGUNG JAWAB SISWA SMPN 2 MAKASSAR MELALUI KEGIATAN ORGANISASI SISPALA

Harnidah, S.Pd¹

¹ Guru IPA SMPN 2 Makassar

Jl. Amanagappa, Makassar

Email : nurhikmah.tenripada@gmail.com

Abstrak

Pengembangan karakter pada siswa di SMPN 2 Makassar merupakan ikhtiar yang berkelanjutan dan dilakukan dengan berbagai metode salah satunya adalah melalui kegiatan ekstrakurikuler sispala (siswa pecinta alam). Tujuan penelitian adalah: 1) Mengetahui jenis-jenis kegiatan dalam organisasi sispala SMPN 2 Makassar. 2) Mengetahui tingkat keberhasilan pengembangan karakter kepemimpinan dan tanggung jawab siswa SMPN 2 Makassar melalui kegiatan sispala. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan wawancara informal dengan kepala sekolah dan beberapa rekan pengajar. Terdapat dua jenis kegiatan sispala yaitu: 1) indoor dan 2) outdoor. Kegiatan indoor merupakan kegiatan pembekalan materi dan pengetahuan kepada siswa mengenai keorganisasian, kepecinta alaman, dan hakikat menjaga alam. Kegiatan indoor adalah kegiatan yang dilakukan di luar kelas atau di alam yang terdiri dari pembersihan lingkungan sekolah, outbound, ekspedisi, dan eduwisata. Melalui rangkaian kegiatan sispala, karakter kepemimpinan dan tanggung jawab siswa dapat dikembangkan.

Kata kunci : karakter, sispala, kepemimpinan, tanggung jawab

1. PENDAHULUAN

Menurut Faturrohman dkk (2013), kondisi kekinian Indonesia hampir sudah masuk ke tahap krisis atau bahkan darurat moral akibat banyak dan beragamnya kasus krisis karakter yang terjadi seperti kekerasan, kejahatan seksual, perusakan, perkelahian massal, hingga sengkabut politik memperlihatkan bahwa moralitas manusia Indonesia sudah hampir sampai pada titik nadir. Selain itu, kasus-kasus korupsi di kalangan pejabat pemerintahan, seolah memperkuat kondisi mentalitas bangsa ini semakin membutuhkan perhatian serius (Santosa, 2012).

Degradasi moral tersebut sebagian besar disebabkan oleh praktik sistem pendidikan yang tidak menunjukkan identitas bangsa dan cenderung timpang. Kebanyakan sekolah formal hanya memperhatikan dan berfokus pada perkembangan aspek kognitif siswa dan mengesampingkan aspek afektif dan aspek psikomotor siswa, padahal menurut Ki Hadjar Dewantara (Wibowo, 2013), keberhasilan pendidikan sejati adalah menghasilkan manusia yang beradab, bukan mereka yang cerdas secara kognitif dan psikomotorik tapi miskin karakter atau budi pekerti luhur.

Fungsi pendidikan nasional adalah mengembangkan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Undang-undang nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 3 juga merumuskan tujuan pendidikan nasional yaitu berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Penerapan Kurikulum Nasional atau yang lebih dikenal dengan kurikulum 2013 merupakan salah satu upaya pemerintah dalam mengembangkan karakter

siswa. Karakter yang merupakan pertanda eksistensial tidak serta merta dimiliki seiring dengan kelahiran atau menurun melalui gen. Tanda itu ditorehkan dan diukir, dirajut, ditanamkan melalui pendidikan karakter (Faturrohman dkk, 2013). Piaget berpendapat bahwa tingkat perkembangan moral (karakter) dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dipengaruhi oleh tingkat perkembangan intelektual, sedangkan faktor eksternal dapat berupa pengaruh orang tua, kelompok sebaya dan masyarakat (Adisusilo, 2013). Melalui kurikulum 2013, diharapkan amanah dari tujuan dan fungsi pendidikan nasional dapat betul-betul terealisasi.

Kegiatan ekstrakurikuler menjembatani kebutuhan perkembangan peserta didik yang berbeda; seperti perbedaan sense akan nilai moral dan sikap, kemampuan, dan kreativitas. Melalui partisipasinya dalam kegiatan ekstrakurikuler peserta didik dapat belajar dan mengembangkan kemampuan berkomunikasi, bekerja sama dengan orang lain, serta menemukan dan mengembangkan potensinya. Kegiatan ekstrakurikuler juga memberikan manfaat sosial yang besar.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis mencoba untuk menjabarkan lebih jauh tentang pengembangan karakter kepemimpinan dan bertanggung jawab pada siswa SMP melalui kegiatan ekstrakurikuler Sispala.

Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui jenis-jenis kegiatan dalam organisasi sispala SMPN 2 Makassar.
2. Mengetahui tingkat keberhasilan pengembangan karakter kepemimpinan dan tanggung jawab siswa SMPN 2 Makassar melalui kegiatan sispala.

Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah karya ini dapat menjadi referensi ilmiah mengenai proses pengembangan karakter kepemimpinan dan bertanggung jawab pada siswa SMP.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara informal dengan kepala sekolah dan beberapa rekan pengajar serta dari beberapa literatur. Sampel adalah siswa anggota sispala dan diamati selama satu periode kepengurusan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Organisasi pencinta alam adalah organisasi yang menghimpun pencinta alam sebagai anggotanya. Persyaratan yang harus dipenuhi sebagai organisasi pencinta alam di Indonesia adalah sebagai berikut; (1) Azas Pancasila. (2) Menjadikan kode etik pencinta alam sebagai landasan hubungan. (3) Tujuan tidak bertentangan dengan perundang-undangan yang ada. (4) Ada alamat tetap dan bisa dihubungi. (5) Ada AD/ART dan anggota minimal 20 orang. (6) Ada nama dan lambang organisasi yang jelas. (7) Tidak merupakan anak atau bawahan dari salah satu organisasi politik praktis. (8) Ada pengakuan dari pihak lain (Anonim^a, 2012).

Sispala singkatan dari "Siswa Pecinta Alam" yang merupakan organisasi dari seluruh sekolah, sispala ini sangatlah di kenal oleh para pendaki karena, sispala merupakan suatu organisasi siswa pendaki yang merupakan anak-anak pencinta alam dari sudut pandang sispala, juga membantu untuk menjaga lingkungan agar

tetap bersih dan sehat. Sispala umumnya yang berada di sekolah akan membantu pihak sekolah karena, organisasi sispala tidak suka bila adanya sampah yang tergeletak, secara otomatis anak sispala, akan mengambil sampah bila berjatuh di pekarangan sekolah dan membuang sampah pada tempatnya (Irwansyah, 2015).

Terdapat beberapa jenis kegiatan dalam organisasi sispala tingkat SMP pada umumnya dan SMPN 2 Makassar pada khususnya yang dapat mengembangkan karakter dan skill siswa khususnya karakter kepemimpinan dan bertanggung jawab. Selain menjaga lingkungan khususnya lingkungan sekolah, secara umum kegiatan sispala dibagi menjadi dua kategori yaitu indoor dan outdoor.

1. Kegiatan Indoor

Kegiatan indoor merupakan kegiatan yang dilakukan di dalam ruangan. Kegiatan ini lebih berfokus pada pembekalan ilmu pengetahuan atau pengembangan aspek kognitif siswa. Melalui kegiatan indoor, siswa dibekali dengan beberapa materi bermanfaat seputar organisasi, kepedulian alam, dan hakikat menjaga alam. Pembekalan materi dianggap perlu bagi siswa agar tercapai keseimbangan pada proses pembelajarannya yaitu antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Materi yang didapatkan pada kegiatan indoor merupakan bekal awal siswa untuk diaplikasikan pada kegiatan outdoor dan pada kehidupan sehari-hari.



Gambar 1: kegiatan indoor sispala SMPN 2 Makassar

2. Kegiatan Outdoor

Kegiatan outdoor merupakan kegiatan yang dilakukan diluar ruangan atau sering diistilahkan dengan kegiatan di alam terbuka. Kegiatan indoor merupakan wadah bagi siswa untuk belajar mengaplikasikan ilmu yang telah mereka peroleh dari kegiatan indoor sebelumnya. Kegiatan outdoor terdiri dari beberapa rangkaian kegiatan diantaranya outbound, ekspedisi, eksplorasi lingkungan, eduwisata, dan pembersihan lingkungan sekolah.

a. Outbound.

Outbound merupakan salah satu jenis kegiatan yang melatih mental dan mengembangkan karakter siswa. Outbound merupakan metode penyampaian materi kepada siswa melalui kegiatan di alam terbuka untuk merangsang pengembangan diri serta karakter kepemimpinan. Outbound sebenarnya adalah kegiatan pelatihan alam terbuka yang memerlukan ketahanan fisik yang besar. Di dalamnya peserta menjalani petualangan, tidak hanya sekedar permainan yang berat dan penuh resiko. Di dalam outbound, peserta benar-benar dididik

untuk menjadi manusia tangguh di dalam menjalani kesulitan hidup (Wijanarko, 2011).

Outbound dapat terdiri dari beberapa jenis permainan baik perorangan atau berkelompok, dan beberapa jenis tantangan. Permainan dan tantangan dalam outbound memiliki fungsi yang bermacam-macam sesuai dengan jenis kegiatannya. Tantangan seperti berjalan diatas titian tali, *flying fox*, dan memanjat jaring merupakan jenis tantangan yang dapat melatih mental dan mengembangkan karakter pemberani dan pantang menyerah pada siswa. Adapun permainan seperti mengisi pipa bocor dengan air, memindahkan gelas dengan tali dengan mata tertutup, melewati jarring laba-laba, dan lain-lain merupakan beberapa jenis permainan yang mampu mengasah dan mengembangkan karakter kepemimpinan, solidaritas, kreativitas, dan *problem solving* pada siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Faturrohman (2013) bahwa dalam kegiatan olahraga saat outbound terdapat pendidikan kesehatan jasmani, penanaman sportivitas, kerja sama dan kegigihan untuk berusaha.

b. Ekspedisi

Ekspedisi merupakan kegiatan melakukan sebuah perjalanan selama beberapa hari, dimana kegiatan ini merupakan refleksi dari kehidupan nyata. Siswa dikenalkan bagaimana mempersiapkan bekal untuk sebuah perjalanan seperti halnya menjalani kehidupan. Melalui kegiatan tersebut, menurut Wijanarko (2011), siswa diharapkan mempunyai pemahaman yang kemudian dikuatkan dengan keadaan langsung yang ditemuinya. Setelah mengalami secara langsung siswa dirangsang untuk dapat menginternalisasi pengalaman yang didapat melalui refleksi yang diberikan oleh guru.

Terdapat beberapa alternatif kegiatan dan destinasi untuk melakukan sebuah ekspedisi. Beberapa destinasi yang dapat dipilih antara lain adalah gunung dan hutan, pantai dan pesisir, ataupun wilayah gua dan karst. Kegiatan ekspedisi juga dapat berupa sebuah perjalanan napak tilas ataupun berupa ekspedisi religi yang dapat lebih menguatkan karakter religius siswa dan mengajarkan siswa untuk membaca bentangan ayat-ayat Tuhan yang tersebar luas di alam.

Melalui kegiatan ekspedisi, siswa juga diharapkan mampu memetik unsur kebaikan dari pengalaman yang mereka dapat selama kegiatan ekspedisi yang merupakan miniatur dari proses kehidupan. Menurut Raka dkk (2011), kepuasan menemukan sesuatu sendiri akan menumbuhkan rasa percaya diri, kebanggaan, dan kepuasan.

Beberapa karakter lain yang dikembangkan pada kegiatan ekspedisi adalah karakter kepemimpinan, religius, bertanggung jawab, kreatif, mandiri, berbudi luhur, rendah hati, keterbukaan, ketegasan, keberanian, percaya diri, kerjasama, solidaritas, tidak mudah menyerah, disiplin, saling menghormati, jujur, memiliki visi, tangguh, tabah dan mampu bersikap sesuai dengan keadaan. Karakter gemar membaca juga merupakan hal yang penting dikembangkan dalam kegiatan ekspedisi guna membantu siswa mendapatkan banyak informasi tentang suatu tempat yang akan mereka kunjungi. Rasa ingin tahu yang tinggi juga akan berkembang pada siswa saat mereka berada pada suatu lingkungan dan suasana yang baru (Pada, 2015).

c. Eduwisata

Eduwisata merupakan sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mengenalkan siswa pada suatu objek wisata tertentu dengan tidak meninggalkan prinsip-

prinsip edukasi atau pembelajarannya. Misalnya eduwisata dikawasan mangrove akan memberikan pengetahuan kepada siswa tentang habitat mangrove, masalah dan solusi yang dapat dilakukan terkait dengan habitat mangrove sekaligus menikmati langsung habitat mangrove yang sedang dipelajari. Eduwisata akan memberikan pembelajaran yang berbasis kontekstual kepada siswa. Pembelajaran secara kontekstual merupakan pembelajaran yang mengajak siswa untuk melihat, mendengar, dan merasakan secara langsung objek yang dipelajari. Sehingga dengan adanya pengalaman nyata yang dirasakan oleh siswa, siswa akan lebih cepat memahami objek pembelajaran tersebut (Pada, 2015).

Salah satu cara yang juga dapat dilakukan melalui organisasi sispala dalam mengembangkan karakter siswa adalah dengan memberi kepercayaan dan tanggung jawab kepada siswa untuk melakukan suatu tugas tertentu ataupun mengkordinir suatu kegiatan. Menurut Farida (2014), guru perlu meyakinkan remaja bahwa mereka bisa diandalkan. Pada dasarnya dalam hati setiap remaja ada keinginan mendapatkan kepercayaan, tanggung jawab yang lebih besar, sekaligus kebebasan yang lebih luas.

Proses belajar karakter dapat dirancang sebagai proses belajar yang berpusat pada siswa yaitu dengan memberi kesempatan luas pada siswa untuk melibatkan diri secara aktif dan mengambil tanggung jawab dalam proses belajar (Raka dkk, 2011). Melalui organisasi sispala, pembina sispala merancang program pembelajaran yang sifatnya membuat seluruh anggota terlibat aktif dan memiliki peran dalam proses pembelajaran tersebut. Program pembelajaran tersebut dapat berupa keterlibatan dalam panitia sebuah kegiatan sispala, ataupun sebagai pengisi acara di kegiatan-kegiatan sispala. Melalui program pembelajaran ini, siswa di tanamkan dan diberi pengetahuan tentang nilai-nilai karakter, sehingga siswa memiliki kesadaran nilai untuk berperilaku sesuai dengan nilai-nilai karakter yang telah mereka pahami. Raka dkk (2011) juga berpendapat bahwa dengan ikut serta atau terlibat dalam kegiatan-kegiatan ini, para siswa belajar memimpin, mengambil tanggung jawab, berbagi, belajar menghargai perbedaan pendapat, belajar saling menghormati, dan belajar mengendalikan diri. Melalui rangkaian proses pembelajaran tersebut, siswa terbiasa untuk berperilaku sesuai dengan nilai-nilai karakter yang baik yang telah ditanamkan dan dipahami sebelumnya.

Keberhasilan pengembangan karakter kepemimpinan dan tanggung jawab pada siswa dinilai berhasil dikembangkan dengan melihat skill kepemimpinan siswa yang telah terbentuk setelah diberikan amanah untuk mengelola sebuah kegiatan sispala atau menjadi ketua dan mengkordinasi siswa lainnya untuk ikut terlibat dalam kegiatan sispala khususnya menjaga kebersihan lingkungan sekolah. Para anggota sispala SMPN 2 Makassar menjadi duta kebersihan dan menjadi contoh dan teladan bagi siswa lainnya di sekolah sehingga sikap tanggung jawab mereka akan tugas dan amanah sebagai anggota sispala lebih berkembang.



Gambar 2: kegiatan outdoor sispala SMPN 2 Makassar (games mengisi pipa bocor)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat dua jenis kegiatan sispala yaitu 1) indoor dan 2) outdoor. Kegiatan indoor merupakan kegiatan pembekalan materi dan pengetahuan kepada siswa mengenai keorganisasian, kepecinta alaman, dan hakikat menjaga alam. Kegiatan indoor adalah kegiatan yang dilakukan di luar kelas atau di alam yang terdiri dari pembersihan lingkungan sekolah, outbound, ekspedisi, dan eduwisata.
2. Melalui rangkaian kegiatan sispala, karakter kepemimpinan dan tanggung jawab siswa dapat dikembangkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adisusilo, J.R. & Sutarjo (2013) Pembelajaran Nilai-karakter. Konstruktivisme dan VCT Sebagai Inovasi Pendekatan Pembelajaran Afektif. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- [2] Anonim^b (2012) Pecinta hewan dan Tanaman. <https://www.facebook.com/PecintaHewanDanTanaman/posts/204619666313730> diakses pada Kamis, 10 Desember 2015.
- [3] Farida, Anna (2014) Pilar-Pilar Pembangunan Karakter Remaja. Bandung: Nuansa Cendekia.
- [4] Faturrohman, P., Suryana., Fenny, F (2013) Pengembangan Pendidikan Karakter. Bandung: PT Refika Aditama.
- [5] Irwansyah, Mrijal (2015) Pengertian Sispala dan Penjelasannya. <http://mrijal04.blogspot.co.id/2015/03/pengertian-sispala-dan-penjasannya.html>. Diakses pada Kamis, 10 Desember 2015

-
- [6] Pada, Nurhikmah Tenri (2015) Analysis of Students' Character Development Steps Through The Implementation of Typical Curriculum of Sekolah Alam Bogor. Skripsi. Jurusan Biologi FMIPA UNM.
- [7] Raka, G., Mulyana, Y., Markam, S.S., Semiawan, C.R., Hasan, S.H., Bastaman, H.D., Nurachman, N (2011) Pendidikan Karakter di Sekolah. Jakarta: Kompas Gramedia.
- [8] Santosa, Ippho (2012) Kecurangan UN, Korupsi, dan Mental Maling. <http://edukasi.kompas.com/read/2012/04/30/14161272/Kecurangan.UN.Korupsi.dan.Mental.Maling>
- [9] Wibowo, Agus (2013) Manajemen Pendidikan Karakter di Sekolah. Yogyakarta: Pustaka Pelajar

Potensi dan Penggunaan Ikan Medaka Lokal sebagai Media Pembelajaran Biologi

Irma Andriani¹, Magdalena Litaay¹, Rosana Agus¹, M. Ruslan Umar¹, Eddy Soekandarsi¹, Ambeng¹, Djamaluddin Jompa², Dwi Kesumasari³, Zainal Arifin⁴, Yusuke Takehana⁵, Masato Kinoshita⁶, Koji Inoue⁷

¹Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Hasanuddin, E-mail : andrianiirma@yahoo.com

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin.

³Jurusan Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin.

⁴Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

⁵Laboratory of Bioresources, National Institute for Basic Biology, Japan

⁶Division of Applied Biosciences, Graduate School of Agriculture, University of Kyoto, Japan

⁷Atmosphere and Ocean Research Institute, The Tokyo University, Japan

Abstrak

Ikan medaka (Oryzias sp) bukan ikan konsumsi dan juga bukan ikan hias, namun ikan medaka di beberapa negara lebih dikenal sebagai hewan laboratorium atau hewan uji, pada bidang ilmu medik hingga ilmu lingkungan. Ikan ini tersebar mulai dari India hingga ke Jepang menyusuri perairan Indo Australia. Hal yang paling menarik adalah bahwa hot spot ikan medaka ternyata terdapat di Pulau Sulawesi. Oryzias latipes atau medaka Jepang dikenal dan telah banyak digunakan sebagai hewan uji karena morfologi yang transparan, memiliki database full genome yang pendek, mudah dibudidayakan dan usia reproduktif yang pendek. Tidak hanya peran di bidang sains, O. latipes juga memiliki peran membangun kultur ilmiah sebagai masyarakat peneliti pada masyarakat Jepang khususnya di kalangan anak didik. Beberapa kriteria biologis yang menunjang ikan medaka sebagai hewan model tersebut juga dimiliki oleh beberapa ikan medaka lokal yang endemik di Indonesia diantaranya Oryzias javanicus dan Oryzias celebensis dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Ikan medaka lokal ini tidak hanya potensial dijadikan kandidat hewan model untuk penelitian di bidang biologi, studi evolusi, kedokteran dan ekologi tetapi juga dapat menjadi hewan model pembelajaran biologi di sekolah-sekolah. Introduksi model pembelajaran biologi menggunakan hewan lokal akan memperkaya khazanah ilmiah masyarakat berbasis kearifan lokal.

Kata kunci : potensi, penggunaan, ikan medaka lokal, model, pembelajaran biologi

Analisis Potensi Pemanfaatan Wilayah Pesisir Sebagai Media Alam Kemampuan Asisten Motivasi dan Hasil Belajar Mahasiswa Mata Kuliah Zoologi Invertebrata Di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar

Ryan Humardani

STKIP-PI Makassar

hijaukan.bumikita90@gmail.com

Abstrak

Jenis penelitian ini dengan metode penelitian kombinasi (mixed methods). Sampel dalam penelitian ini terdiri atas 56 mahasiswa dan 5 orang asisten Zoologi invertebrata. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui pedoman observasi, tes hasil belajar, kuesioner motivasi, dan studi dokumentasi yang kemudian diolah menggunakan analisis statistik deskriptif, analisis statistik inferensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) terdapat potensi terhadap sarana infrastruktur Pulau Barrang Lompo dan potensi spesies-spesies yang ditemukan pada proses praktikum lapangan Zoologi Invertebrata; (2) terdapat perbedaan tingkat kemampuan asisten yang berada pada kategori tinggi jumlah frekuensinya 2 orang dengan persentase 40% dan kategori sangat tinggi jumlah frekuensinya 3 orang dengan persentase 60%; (3) motivasi belajar mahasiswa dalam pelaksanaan praktikum lapangan Zoologi Invertebrata mengalami peningkatan nilai rata-rata sebesar 86,54% (4) hasil belajar mahasiswa dalam pelaksanaan praktikum lapangan Zoologi Invertebrata mengalami peningkatan sebesar 78,16%.

Kata Kunci: Wilayah Pesisir, Zoologi Invertebrata, Motivasi Belajar, Hasil Belajar

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Alam semesta kaya akan keanekaragaman hayati dan non hayati. Keanekaragaman tersebut dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran. Alam raya beserta aneka ragam wujud yang ada merupakan petunjuk. Alam adalah guru yang sesungguhnya. Alam memberikan pelajaran yang begitu lembut dan kehidupannya begitu menyentuh kalbu. Alam merupakan salah satu media pembelajaran yang saat ini hampir dilupakan oleh praktisi pendidikan. Mereka kurang menyadari jika alam sangat baik digunakan sebagai media dan tempat untuk melakukan proses belajar. Belajar dari alam bukan berarti kita hanya memperhatikan gejala-gejala dan hasil yang ditimbulkan oleh alam saja, tetapi alam dapat digunakan sebagai tempat untuk melakukan proses belajar mengajar dan sebagai alat pendukung dalam proses pembelajaran.

Penekanan pembelajaran yang bertujuan untuk melatih keterampilan hidup bagi peserta didik bisa melibatkan berbagai media. Media merupakan segala sesuatu yang dapat menyalurkan pesan, yang dapat merangsang pikiran, perasaan dan kemauan peserta didik sehingga mendorong terjadinya proses belajar pada diri peserta didik. Salah satu media yang dapat digunakan adalah pembelajaran yang menggunakan alam sebagai media. Pembelajaran alam telah mengajarkan banyak hal kepada manusia maka dari itu tidak salah apabila alam dijadikan sebagai media belajar. Alam dengan segala khazanahnya mampu menjadi sumber belajar.

Belajar berbasis alam mempunyai beberapa kelebihan, di antaranya; *pertama*, melaksanakan anjuran agama karena ada beberapa nash yang

menganjurkan kepada manusia agar mengambil hikmah dari alam. *Kedua*, melatih, mengasah, dan merangsang daya intelegensi untuk dapat berkomunikasi dengan alam, sehingga kemudian diharapkan terjalin hubungan yang erat dan harmonis antara manusia dan alam. *Ketiga*, dapat beradaptasi dengan nuansa alam lokal, dengan begitu peserta didik tidak akan merasa canggung oleh keadaan alam di daerahnya sendiri. Keempat, me-*refresh* kepala dari kepenatan rutinitas dan aktivitas, karena keseringan belajar di dalam kelas yang terkadang membuat peserta didik merasa jenuh. Alam yang berada di sekitar manusia akan tiada makna, jika tiada perhatian dan pandangan bahwa alam pun dapat memberikan pelajaran penting bagi manusia.

Sebagaimana telah dijelaskan di dalam Al Qur'an bahwa di alam raya ini terdapat sesuatu untuk dipelajari dan difikirkan. Allah SWT telah menciptakan dunia ini dengan sempurna sebagai rahmat yang diturunkan-Nya kepada manusia, tinggal bagaimana manusia memanfaatkannya. Apabila kita dapat memanfaatkannya dengan baik dan tepat, maka kita akan dapat menikmati hasilnya. Sebagai contoh dalam pembelajaran sains, di alam telah tersedia berbagai macam dan sumber belajar yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran. Sebagaimana dalam Surat Al Jatsiyah ayat 13 yang artinya sebagai berikut "Dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir" (QS. Al-Jatsiyah: 13).

Pembelajaran berbasis alam dan lingkungan merupakan pilihan yang sesuai. Dalam pembelajaran berbasis alam dan lingkungan, peserta didik tidak hanya memahami materi yang diberikan oleh pendidik dalam metode ceramah secara abstrak yang terkadang membuat peserta didik bosan dan kurang berkesan dalam benak mereka, tetapi peserta didik diarahkan agar dapat melihat langsung ke alam dan lingkungan sekitar.

Peserta didik yang mempelajari sains melalui pengamatan langsung akan lebih menghayati pelajaran sains itu sendiri. Misalnya dalam mata kuliah *Zoologi invertebrata* yang merupakan cabang ilmu Biologi dan memerlukan praktikum lapangan sebagai sarana dalam melakukan pengamatan langsung tentang hewan-hewan yang tubuhnya tidak bertulang belakang, peserta didik dibawa ke lapangan di daerah wilayah pesisir tepatnya di Pulau Barrang Lompo yang merupakan salah satu contoh media pembelajaran dan bagian dari alam semesta akan mengamati dan melakukan observasi mengenai ciri, morfologi dan fisiologinya dari hewan-hewan yang tubuhnya tidak bertulang belakang tersebut.

Praktikum merupakan bagian integral dari proses belajar mengajar khususnya Biologi. Dalam Biologi sendiri, pembelajaran praktikum mempunyai ciri khas, dimana menggunakan makhluk hidup sebagai objek yang akan diamati. Makhluk hidup tersebut dapat berupa tumbuhan, hewan atau mikroba. Karena objek yang diamati inilah sehingga praktikum dalam Biologi berbeda dengan disiplin ilmu yang lain

Data dari praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* sebelumnya (2012-2013) terjadi berbagai permasalahan dalam pelaksanaan praktikum *Zoologi invertebrata*. Pada tahun 2012 menurut pengamatan peneliti, lokasi praktikum lapangannya itu jauh dan tidak strategis untuk bahan praktikum yang kurang lengkap dari setiap filum (kelompok) spesies-spesies yang ditemukan di Pulau Sanane Kabupaten Pangkep.

Pada tahun 2013 tidak dilaksanakannya praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* oleh pihak jurusan Pendidikan Biologi UIN Alauddin Makassar sehingga praktikan (mahasiswa yang melakukan praktikum) kurang termotivasi dalam melakukan praktikum karena bahan praktikumnya tidak lengkap, tidak segar dan selayaknya memang harus diganti di Laboratorium sehingga hasil belajar mahasiswa menurun. Padahal peran motivasi dapat mendorong terjadi aktifitas dan inisiatif, mengarahkan tujuan memelihara ketekunan dan keuletan dalam kegiatan praktikum. Kemudian bimbingan dari asisten yang kurang maksimal terkait pengetahuan mereka tentang *Zoologi invertebrata* sehingga dapat dikatakan dalam pelaksanaannya masih kurang optimal.

Bahan praktikum harus tersedia baik berupa awetan maupun secara langsung yang didapat di lapangan dan mempunyai identitas atau klasifikasi sehingga mudah dibedakan antara jenis yang satu dengan yang lain. Asisten dalam praktikum yang telah melaksanakan praktikum harus menguasai praktikum tersebut dan terlatih serta dapat memberikan bimbingan yang profesional sehingga praktikan mudah memahami dan mengerti dengan bahan praktikum.

Berdasarkan fakta-fakta yang telah dikemukakan di atas, maka judul penelitian yang akan dikemukakan yaitu “Analisis Potensi Pemanfaatan Wilayah Pesisir sebagai Media Alam, Kemampuan Asisten, Motivasi dan Hasil Belajar Mahasiswa Mata Kuliah *Zoologi Invertebrata* Di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar”.

2.METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kombinasi (*mixed methods*) yaitu penelitian yang menggabungkan antara metode kualitatif dan metode kuantitatif. Dalam penelitian ini menggambarkan analisis potensi pemanfaatan wilayah pesisir sebagai media alam, kemampuan asisten, motivasi dan hasil belajar pada pelaksanaan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* mahasiswa jurusan Pendidikan Biologi UIN Alauddin Makassar. Desain penelitian yang digunakan adalah desain urutan penemuan (*sequential exploratory design*), yaitu model penelitian kombinasi yang menggabungkan metode penelitian kualitatif dan kuantitatif secara berurutan, dimana pada tahap pertama penelitian menggunakan metode kualitatif dan pada tahap kedua menggunakan metode kuantitatif (Sugiyono, 2013).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa jurusan Pendidikan Biologi UIN Alauddin Makassar angkatan 2012 dan asisten praktikum yang mengikuti praktikum lapangan *Zoologi invertebrata*. Sampel penelitian ini memfokuskan mahasiswa dari jurusan Pendidikan Biologi angkatan 2012 berjumlah 56 orang dan asisten praktikum berjumlah 5 orang. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* (pengambilan sampel sesuai dengan kebutuhan peneliti).

Instrumen yang digunakan peneliti untuk penelitiannya yaitu:

Instrumen	Data
Pedoman Observasi dan Dokumentasi	Potensi Sarana Infrastruktur Pulau dan Proses Praktikum Lapangan
Tes Pilihan Ganda dan Wawancara	Kemampuan Asisten
Angket	Motivasi Mahasiswa
Kamera Digital	Proses Praktikum
Tes Pilihan Ganda	Hasil Belajar Mahasiswa

Pada prinsipnya pengumpulan data dilakukan selama penelitian berlangsung. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan melakukan *pretest* dan *posttest*. Pelaksanaan *pretest* dimaksudkan untuk mengetahui pengetahuan awal mahasiswa sedangkan pelaksanaan *posttest* dimaksudkan untuk mengetahui atau mengevaluasi hasil proses pembelajaran praktikum lapangan.

Dalam teknik analisis data peneliti menggunakan dua data yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa potensi pemanfaatan wilayah pesisir dan proses praktikum yang di analisis menggunakan metode kualitatif. Sedangkan data kuantitatif berupa data tentang kemampuan asisten, motivasi dan hasil belajar mahasiswa dalam mengikuti praktikum dianalisis dengan statistik deskriptif. Statistik inferensial digunakan untuk kaitannya dengan pengujian hipotesis penelitian. Pengujian hipotesis digunakan statistik parametrik dengan uji-t data yang meliputi uji normalitas, uji homogenitas. Uji-t dilakukan untuk melihat signifikansi pengujian hipotesis. *Pretest* digunakan sebagai indikator awal pengetahuan mahasiswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Potensi Pemanfaatan Wilayah Pesisir Sebagai Media Alam Pada Pelaksanaan Praktikum Lapangan Zoologi Invertebrata

Tabel: Sarana Infrastruktur Pulau Barrang Lompo Kecamatan Ujung Tanah Kota Makassar

No.	Aspek Yang Diamati	Keterangan
1.	Ketersediaan Air Tawar dan Air Bersih (PDAM)	Ada
2.	Sarana Penginapan (Homestay)	Ada
3.	Sarana Kesehatan	Ada
4.	Sarana Pendidikan	Ada
5.	Sarana Ibadah	Ada
6.	Sarana Penerangan	Ada
7.	Sarana Komunikasi	Ada
8.	Sarana Penyelaman	Ada
9.	Akses Jalan dan Sarana Transportasi	Ada
10.	Kondisi Lingkungan	Mengkhawatirkan

Sumber: (Hasil Pengolahan Data 2014).

Mahasiswa mendapatkan spesies-spesies tersebut di bagian belakang Pulau Barrang Lompo. Lokasi ini merupakan ekosistem terumbu karang. Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu contoh ekosistem selain ekosistem mangrove dan ekosistem padang lamun yang masuk kedalam wilayah ekosistem pesisir. Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem laut yang paling penting sebagai habitat berbagai jenis biota laut, menyokong industri pariwisata bahari, sebagai

sarana penelitian dan pendidikan serta sebagai tempat perlindungan biota-biota laut, selain itu sebagai penahan abrasi pantai dan pemecah gelombang air laut.

Tabel: Biota Laut yang Ditemukan pada Proses Praktikum Lapangan *Zoologi invertebrata*

No	Aspek Yang Diamati	Spesies dan Kelas	Habitat	Aktifitas
1.	<i>Filum Porifera</i>	1.1 <i>Spongia sp</i> (Spons) merupakan spesies dari kelas <i>Demospongia</i> . 1.2 <i>Heliclonia sp</i> merupakan spesies dari kelas <i>Demospongia</i> .	1.1 Di Laut yang dalam dan dangkal, tepatnya berpasir. 1.2 Daerah pantai yang dangkal.	1.1 Diam menempel pada substrat. 1.2 Diam menempel pada substrat.
2.	<i>Filum Coelenterata</i>	2.1 Anemon laut merupakan spesies dari kelas <i>Anthozoa</i> . 2.2 <i>Solanastrea sp</i> merupakan spesies dari kelas <i>Anthozoa</i> .	2.1 Di laut yang melekat pada batu karang. Bersimbiosis dengan ikan badut. 2.2 Di dasar laut yang berpasir.	2.1 Diam menempel pada substrat. 2.2 Diam pada dasar perairan.
3.	<i>Filum Mollusca</i>	3.1 <i>Haminea solitaria</i> (Siput laut) merupakan spesies dari kelas <i>Gastropoda</i> . 3.2 <i>Mija arenaria</i> (Kerang) merupakan spesies dari kelas <i>Pelecypoda</i> .	3.1 Di laut yang berpasir. 3.2 Di lumpur dan pasir di dasar perairan.	3.1 Bergerak disekitar karang. 3.2 Diam disekitar karang.
4.	<i>Filum Echinodermata</i>	4.1 <i>Asterias vulgaris</i> (Bintang laut) merupakan spesies dari kelas <i>Asteroidea</i> . 4.2 <i>Ophiotrix sp</i> (Bintang ular) merupakan spesies dari kelas <i>Ophiuroidea</i> . 4.3 <i>Diadema saxatile</i> (Landak laut) merupakan spesies dari kelas <i>Echinoidea</i> . 4.4 <i>Holothuria atra</i> (Teripang) merupakan spesies dari kelas <i>Holothuroidea</i> .	4.1 Di dasar perairan yang berpasir. 4.2 Hidup di laut, bersembunyi pada batu karang. 4.3 Di dasar perairan yang berpasir. 4.4 Hidup pada dasar substrat yang berpasir maupun dalam lingkungan terumbu	4.1 Diam di dasar perairan. 4.2 Berpindah tempat dengan gerakan mengular. 4.3 Diam dan berkoloni. 4.4 Bergerak lambat pada dasar perairan

Sumber: (Hasil Pengolahan Data 2014).

Kemampuan Asisten Pada Pelaksanaan Praktikum Lapangan *Zoologi Invertebrata*

Terdapat perbedaan nilai antar asisten setelah dilaksanakannya tes kemampuan asisten untuk menjadi asisten praktikum *Zoologi invertebrata*. Dari beberapa mahasiswa maupun alumni yang mendaftar, mengikuti tes sampai dinyatakan lulus terdapat lima orang yang berhak menjadi asisten praktikum *Zoologi invertebrate*. Nilai kemampuan asisten tersebut setelah dirata-ratakan dari kelima asisten *Zoologi invertebrata* dikelompokkan dalam kriteria sangat tinggi, tinggi, cukup, rendah, dan sangat rendah. Nilai kemampuan asisten berada pada kategori sangat tinggi. Pada praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* setiap asisten membimbing sekitar sebelas mahasiswa dalam satu kelompok, tapi ada juga yang membimbing dua belas mahasiswa dalam satu kelompok.

Peneliti juga mewawancarai asisten *Zoologi invertebrata* yang berkaitan dengan kemampuan asisten. Adapun pertanyaannya meliputi: proses seleksi menjadi asisten, IPK dan nilai yang didapat asisten sebelum menjadi asisten, referensi asisten dalam membimbing praktikum lapangan *Zoologi invertebrata*, pelatihan dari dosen matakuliah sebelum praktikum, bentuk bimbingan terhadap mahasiswa dan penguasaan materi terhadap sampel spesies.

Motivasi Belajar Mahasiswa Pada Pelaksanaan Praktikum Lapangan Zoologi Invertebrata

Nilai rata-rata motivasi belajar dari 56 mahasiswa biologi angkatan 2012, meningkat dari sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan, yaitu dari 75,17% menjadi 86,54%. Nilai terendah untuk motivasi belajar mahasiswa sebelum perlakuan adalah 65 dan nilai tertinggi 81. Sedangkan setelah perlakuan, nilai motivasi mahasiswa meningkat dengan nilai terendah 80 dan nilai tertinggi 94. Data tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan motivasi belajar mahasiswa setelah pemberian perlakuan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata*.

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dengan bantuan SPSS versi 20,0 diperoleh nilai sig (2-tailed) motivasi belajar mahasiswa yang diajar dengan menggunakan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* adalah $0,48 > \text{sig } \alpha = 0,05$ berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Nilai hasil analisis kovarian untuk data motivasi belajar mahasiswa terlihat bahwa nilai sig.hitung (0,000) < sig. tabel (0,05), berarti H_0 ditolak. Jadi, terdapat peningkatan motivasi belajar mahasiswa pada praktikum lapangan *Zoologi invertebrata*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* secara signifikan dapat meningkatkan nilai motivasi belajar mahasiswa Pendidikan Biologi angkatan 2012.

Motivasi belajar mahasiswa meningkat pada praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* karena mahasiswa sangat antusias kalau mereka berada di lapangan, mereka dapat secara bebas berekspresi dan beradaptasi langsung dengan objek yang dipelajari. Mahasiswa dengan motivasi yang besar akan giat berusaha, tampak gigih tidak mudah menyerah, sebaliknya mereka yang motivasinya rendah akan tampak acuh tak acuh, mudah putus asa, perhatiannya tidak tertuju pada pelajaran sehingga dapat mengalami kesulitan dalam belajar yang dapat berakibat fatal bagi dirinya sendiri dalam artian prestasinya akan semakin menurun. Praktikum lapangan dianggap sebagai salah satu solusi pembelajaran yang mampu meningkatkan motivasi belajar mahasiswa Pendidikan Biologi angkatan 2012 terhadap mata kuliah *Zoologi invertebrata*.

Hasil Belajar Mahasiswa Pada Pelaksanaan Praktikum Lapangan Zoologi Invertebrata

Hasil belajar mahasiswa biologi angkatan 2012 sebelum diajar dengan menggunakan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* menunjukkan nilai tertinggi adalah 67 dan nilai terendah adalah 30. Adapun nilai rata-rata yang diperoleh adalah 50,30% sedangkan hasil belajar mahasiswa setelah diajar dengan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* menunjukkan nilai tertinggi adalah 93 dan nilai terendah adalah 60. Nilai rata-rata yang diperoleh juga mengalami peningkatan yaitu sebesar 78,16%. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dengan bantuan SPSS versi 20,0 diperoleh nilai sig (2-tailed) hasil belajar mahasiswa yang diajar dengan menggunakan praktikum lapangan *Zoologi*

invertebrata adalah $102 > \text{sig } \alpha = 0,05$ berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Nilai hasil analisis kovarian untuk data hasil belajar mahasiswa terlihat bahwa nilai $\text{sig}_{\text{hitung}} (0,000) < \text{sig}_{\text{tabel}} (0,05)$, berarti H_0 ditolak. Jadi, terdapat peningkatan hasil belajar mahasiswa pada praktikum lapangan *Zoologi invertebrata*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* secara signifikan dapat meningkatkan nilai hasil belajar mahasiswa Pendidikan Biologi angkatan 2012.

Hasil tersebut sesuai yang dikemukakan oleh Nur (2012), bahwa praktikum lapangan menjadikan peserta didik lebih semangat dalam belajar, lebih berkonsentrasi pada materi, membuat daya pikir peserta didik lebih berkembang, suasana belajar lebih nyaman, peserta didik lebih dapat memahami pelajaran, mahasiswa lebih berani mengemukakan pendapat dan membuat peserta didik lebih aktif sehingga meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hasil tersebut didukung pula oleh hasil penelitian Dahlan (2012), yang menyimpulkan bahwa praktikum lapangan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui pengamatan langsung terhadap objek yang dipelajari.

Berkaitan dengan praktikum lapangan, suatu keharusan bagi pendidik dalam hal ini guru dan dosen untuk memperkenalkan lebih lanjut kepada peserta didik untuk melakukan pengamatan langsung objek yang dipelajari. Praktikum lapangan selain digunakan untuk membahas materi pelajaran dapat juga dijadikan untuk menyadarkan peserta didik terhadap lingkungan dan bersahabat dengan alam. Kondisi sekarang ini manusia sudah tidak bersahabat dengan alam yang mengurangi etika mereka terhadap lingkungan sekitar, sehingga tidak jarang muncul berbagai bencana di permukaan bumi ini.

Pada praktikum lapangan bahan-bahan ajar lebih bersifat konkrit atau nyata yang diamati langsung oleh peserta didik. Materi pelajaran pada *Zoologi invertebrata* lebih banyak yang bersifat nyata akan biota-biota laut yang ada di wilayah pesisir yang digunakan sebagai media pembelajaran. Hal yang dimana mahasiswa dapat mengamati langsung tentang biota-biota laut tidak bertulang belakang yang tergolong dalam pembelajaran *Zoologi invertebrata*, mahasiswa juga dapat mengamati kondisi lingkungan dan kegiatan-kegiatan masyarakat yang bermukim di Pulau Barrang Lompo tempat yang dikunjungi oleh mahasiswa untuk praktikum lapangan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data disimpulkan bahwa: (1) Terdapat potensi wilayah pesisir sebagai media alam pada pelaksanaan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu potensi terhadap sarana infrastruktur Pulau Barrang Lompo, potensi spesies-spesies yang ditemukan pada proses praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* dan potensi biota laut sebagai indikator lingkungan; (2) Tingkat kemampuan asisten dalam membimbing praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* mahasiswa jurusan Pendidikan Biologi UIN Alauddin Makassar dengan memanfaatkan wilayah pesisir sebagai media alam di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar berada pada kategori sangat tinggi; (3) Motivasi belajar mahasiswa yang diajar dengan menggunakan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* mengalami peningkatan dan berada pada kategori tinggi sekali; (4) Hasil belajar mahasiswa yang diajar dengan menggunakan praktikum lapangan *Zoologi invertebrata* mengalami peningkatan dan berada pada kategori tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2001. Strategi Pengembangan dan Penataan Ruang Wilayah Pesisir. Keynote Speech Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah dalam Workshop Perusakan Pantai dan Pesisir di Wilayah Pantura Jawa Tengah Semarang. Semarang: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- [2] Anonim. 2002. *Pedoman Umum Penataan Ruang Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.
- [3] Anonim. 2007. *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007.
- [4] Adun, Rusyana. 2011. Zoologi Invertebrata. Bandung: Alfabeta.
- [5] Campbell. 2005. Biologi. Jilid 3. Jakarta: Erlangga.
- [6] Darhamsyah. 2006. Pengelolaan Wilayah Pesisir Terintegrasi di Indonesia. Dalam *Oseana Volume XXXI Nomor 1*.
- [7] Gunawan. 2012. Analisis Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kecamatan Tanggetada Kabupaten Kolaka. Skripsi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. Tidak Diterbitkan.
- [8] Kay and Alder. 1999. Coastal Planning and Management. London: E & FN Spon.
- [9] Mustamir. 2009. Efektivitas Pembelajaran Praktikum Lapangan Pengetahuan Lingkungan dalam Meningkatkan Kemampuan Motivasi Peserta Didik di MA Al-Irsyad Gajah Demak. Skripsi (online). Diterbitkan. Semarang:

MAKALAH POSTER

MAKALAH POSTER**PENINGKATAN VIABILITAS BENIH JAGUNG DENGAN TEKNIK INVIGORASI MENGGUNAKAN BAHAN ALAMI****Fauziah Koes***Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros*

Jln. Dr. Ratulangi No 274 Maros, Sulsel

cia_mmt99@yahoo.com

Abstrak

Secara ideal semua benih harus memiliki kekuatan tumbuh yang tinggi, sehingga bila ditanam pada kondisi lapangan yang beraneka ragam akan tetap tumbuh sehat dan kuat serta berproduksi tinggi dengan kualitas baik. Vigor benih di cerminkan oleh dua informasi tentang viabilitas, masing-masing 'kekuatan tumbuh' dan 'daya simpan' benih. Upaya meningkatkan viabilitas dan vigor benih ialah melalui perlakuan invigorasi, salah satu diantaranya dengan perlakuan matricconditioning. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh penggunaan conditioning dengan menggunakan jerami padi dapat meningkatkan viabilitas benih jagung. Pengamatan dilakukan terhadap daya berkecambah, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh, bobot kering kecambah, panjang akar primer, daya hantar listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih yang diberi perlakuan matricconditioning mempunyai nilai rata-rata viabilitas dan vigor yang lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan bahan matricconditioning atau kontrol.

Kata Kunci: viabilitas, invigorasi, bahan alami

1. PENDAHULUAN

Terjadinya kemunduran benih dalam bidang pertanian merupakan salah satu faktor penyebab menurunnya produktivitas tanaman sehingga hal ini harus dihindari. Beberapa hasil penelitian menunjukkan dengan memberikan perlakuan pada benih yang memperlihatkan gejala kemunduran, dapat memperbaiki kondisi benih. Murray dan Wilson (1987) melaporkan kemunduran benih dapat dikendalikan dengan cara "invigorasi" melalui proses hidrasi-dehidrasi. Sadjad (1994) mendefinisikan invigorasi sebagai proses bertambahnya vigor benih. Dengan demikian perlakuan invigorasi adalah peningkatan vigor benih dengan memberikan perlakuan pada benih. Menurut Khan (1992) perlakuan pada benih adalah untuk memobilisasi sumber-sumber energi yang ada dalam benih untuk bekerja sama dengan sumber-sumber energi yang ada di luar atau dilingkungan tumbuh untuk menghasilkan pertanaman dan hasil yang maksimal.

Pada kenyataannya benih yang dihasilkan oleh sumber benih tidak semuanya bermutu bagus, ada sebagian benih yang dihasilkan bermutu kurang bagus atau rendah. Untuk mengatasi masalah benih-benih yang bermutu rendah perlu dilakukan suatu perlakuan khusus. Invigorasi merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi mutu benih yang rendah dengan cara memperlakukan benih sebelum ditanam. Invigorasi didefinisikan sebagai salah satu perlakuan fisik, fisiologik dan biokimia untuk mengoptimalkan viabilitas benih, sehingga benih mampu tumbuh cepat, dan serempak pada kondisi yang beragam (Basu dan Rudrapal, 1982).

Perlakuan invigorasi dapat berupa hidrasi-dehidrasi, osmoconditioning dan matricconditioning. Hidrasi-dehidrasi merupakan suatu perlakuan pelembaban benih dalam suatu periode tertentu yang diikuti dengan pengeringan benih sampai kembali pada berat semula (Basu dan Rudrapal, 1982). Metode pelembaban benih dilakukan dengan berbagai cara, seperti merendam benih, mencelup benih, menyemprot benih dan meletakkan benih pada udara yang jenuh dengan uap air. Sedangkan proses pengembalian kadar air benih seperti semula dapat dilakukan dengan mengeringkan benih dengan cahaya matahari langsung, dengan oven suhu 30°C atau dengan mengangin-anginkan benih sampai tercapai berat awal.

Osmoconditioning merupakan perbaikan fisiologis dan biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan oleh potensial osmotik rendah dan potensial matrik yang diabaikan dari media imbibisi. Perbaikan ini berhubungan dengan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta perbaikan dan peningkatan potensial perkecambahan (Bradford, 1984). Osmoconditioning dimulai pada saat benih diimbibisi dalam suatu pelarut dengan potensial air rendah dan kandungan air ini dapat ditahan setelah mencapai keseimbangan. Khan et al. (1992) melaporkan bahwa osmoconditioning akan berlangsung sekitar 2 – 21 hari, pada suhu 15 - 20°C dengan kisaran potensial -0.8 – 1,6 Mpa, tergantung pada jenis tanaman.

Keberhasilan osmoconditioning ditentukan oleh jumlah air yang masuk ke dalam benih, potensial osmotik dan jenis larutan yang digunakan (Bradford, 1984). Larutan yang biasa digunakan adalah PEG, KNO₃, K₃PO₄, MgSO₄, NaCl, gliserol dan manitol (Khan et al., 1992). Matricconditioning merupakan invigorasi yang dilakukan dengan menggunakan media padat yang dilembabkan. Media yang digunakan untuk matricconditioning harus mempunyai potensial matrik rendah dan potensial osmotik yang dapat diabaikan, daya larut rendah, tetap utuh selama perlakuan, inert, tidak beracun, dan daya pegang air tinggi. Selain itu matrik mampu mengalirkan air yang tinggi, memiliki luas permukaan yang besar, berat jenis rendah, dan mampu melekat pada kulit benih (Khan et al., 1992).

Bahan-bahan yang digunakan untuk matricconditioning diantaranya adalah serbuk kayu hasil gergajian, abu gosok, zeolit, vermikulit dan micro-Cel E. Berbagai macam perlakuan invigorasi banyak dilaporkan dapat meningkatkan viabilitas benih bahkan produksi dari beberapa komoditas tanaman terutama untuk tanaman pangan dan sayuran (padi, kedelai, wortel) dan tanaman rempah (adas, kayu manis) dan tanaman perkebunan seperti makadamia.

Ada dua teknik atau cara yang biasa digunakan antara lain *presoaking* dan *conditioning*. Menurut Khan (1992) *presoaking* adalah perendaman benih dalam sejumlah air pada suhu rendah sampai sedang, sedangkan *conditioning* adalah peningkatan mutu fisiologi dan biokimia (berhubungan dengan kecepatan dan perkecambahan, perbaikan serta peningkatan potensial perkecambahan) dalam benih oleh media imbibisi potensial air yang rendah (larutan atau media padatan lembap) dengan mengatur hidrasi dan penghentian perkecambahan. Perlakuan *presoaking* atau *conditioning* secara nyata efektif meningkatkan viabilitas dan vigor benih sebelum penyimpanan, dapat meningkatkan daya berkecambah potensi tumbuh, keserempakan tumbuh, dan bobot kering kecambah normal.

Matriconditioning adalah perlakuan hidrasi terkontrol yang dikendalikan oleh media padat lembab dengan potensial matriks rendah dan potensial osmotik yang dapat diabaikan. Conditioning yang efektif dan paling mudah dilakukan adalah matriconditioning. Untuk mengatasi permasalahan terjadinya kemunduran mutu benih baik yang diakibatkan oleh faktor penyimpanan maupun diakibatkan oleh faktor kesalahan dalam penanganan benih, dapat dilakukan dengan melakukan teknik “*invigorasi*”. Invigorasi adalah suatu perlakuan fisik atau kimia untuk meningkatkan atau memperbaiki vigor benih yang telah mengalami kemunduran mutu.

Pada hakekatnya vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi, artinya dari benih yang bervigor tinggi akan dapat dicapai tingkat produksi yang tinggi. Vigor benih yang tinggi dicirikan antara lain tahan disimpan lama, tahan terhadap serangan hama penyakit, cepat dan merata tumbuhnya serta mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik dalam keadaan lingkungan tumbuh yang sub optimal. Pada umumnya uji vigor benih hanya sampai pada tahapan bibit. Karena terlalu sulit dan mahal untuk mengamati seluruh lingkaran hidup tanaman. Oleh karena itu digunakanlah kaidah korelasi misal dengan mengukur kecepatan berkecambah sebagai parameter vigor, karena diketahui ada korelasi antara kecepatan berkecambah dengan tinggi rendahnya produksi tanaman. Rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain faktor genetis, fisiologis, morfologis, sitologis, mekanis dan mikrobial (Sutopo, 1984).

Kondisi lingkungan di lapangan sangat penting dalam menentukan kekuatan tumbuh benih adalah sangat nyata dan perbedaan kekuatan tumbuh benih dapat terlihat nyata dalam keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan. Di samping itu kecepatan tumbuh benih dapat pula menjadi petunjuk perbedaan kekuatan tumbuh. (Harjadi, 1979). Kemunduran suatu benih dapat diterangkan sebagai turunnya kualitas atau viabilitas benih yang mengakibatkan rendahnya vigor dan jeleknya pertumbuhan tanaman serta produksinya. Di mana kejadian tersebut merupakan suatu proses yang tak dapat balik dari kualitas suatu benih. Benih yang memiliki vigor rendah akan berakibat terjadinya kemunduran yang cepat selama penyimpanan benih, makin sempitnya keadaan lingkungan dimana benih dapat tumbuh, kecepatan berkecambah benih menurun, kepekaan akan serangan hama dan penyakit meningkat, meningkatnya jumlah kecambah abnormal dan rendahnya produksi tanaman. (Sadjad, 1993).

Media yang digunakan untuk *matriconditioning* harus memenuhi syarat sebagai berikut: 1. memiliki potensial matriks yang tinggi dan potensial osmotik yang dapat diabaikan, 2. kelarutan dalam air rendah dan dapat utuh selama *matriconditioning*, 3. merupakan bahan kimia inert dan tidak beracun, 4. kapasitas daya pegang air yang cukup tinggi, 5. kemampuan aerasi tinggi, mampu untuk tetap kering, dan bebas dari serbuk, 6. memiliki permukaan yang cukup luas, 7. kerapatan ruang yang besar dan kerapatan isi yang rendah, dan 8. mampu menempel pada permukaan benih. Bahan-bahan yang berkarakteristik seperti itu diantaranya adalah kalsium silikat, *Micro-Cel E*, dan *Zonolit* vermikulit (Khan *et al.*, 1990). Astuti (2009) melaporkan bahwa perlakuan *matriconditioning* efektif untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih pada tolok ukur daya

berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh relatif, terutama benih yang diberi perlakuan *matriconditioning* plus minyak cengkeh 0.1 % atau *matriconditioning* plus Benlox 0.1 %. Rachmawati (2009) menyatakan bahwa 11 perlakuan *matriconditioning* plus bakterisida sintetik ataupun nabati (Agrept 0.2 % atau minyak serai wangi 1 %) terbukti dapat meningkatkan mutu fisiologis dan patologis benih padi. Perlakuan *matriconditioning* plus bakterisida sintetik (Agrept 0.2 %) ataupun nabati (minyak serai wangi 1 %) memperlihatkan peningkatan pada peubah vigor benih.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh penggunaan conditioning dengan menggunakan jerami padi dapat meningkatkan viabilitas benih jagung.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium perbenihan dan *green house* Balai Penelitian Taanaman Serealia Maros yang berlangsung pada Juli sampai September 2014. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap dan diulang 3 kali dengan dua perlakuan, yaitu tanpa *matriconditioning* dan *matriconditioning* dengan bahan alami jerami. Materi yang digunakan adalah benih baru dan benih lama (yang telah disimpan selama 12 bulan) hibrida Bima 5 dan Nei 9008. Adapun parameter pengamatan adalah:

Daya berkecambah benih

Sebanyak 50 butir benih dari setiap ulangan ditanam pada media pasir halus. Pengamatan dilakukan pada hari ke tiga, empat dan lima setelah tanam. Selain untuk pengujian daya berkecambah benih, perlakuan ini juga digunakan untuk tolok ukur kecepatan tumbuh benih. Pengamatan dilakukan atas dasar kriteria kecambah normal, abnormal dan mati. Kecambah normal dikelompokkan menjadi dua yaitu kecambah normal kuat dan normal lemah. Jumlah kecambah normal pada hari ke 4 (kumulatif), merupakan data keserempakan tumbuh benih.

Kecepatan tumbuh benih

Data diperoleh dari substrat pengujian daya berkecambah benih. Setiap kali pengamatan, jumlah persentase kecambah normal dibagi dengan *etmal* (24 jam). Nilai *etmal* kumulatif diperoleh dari saat benih ditanam sampai dengan waktu pengamatan. Rumus yang digunakan adalah sbb:

$$KT = \frac{(X_i - X_{i-1})}{T_i} \quad (1)$$

KT = Kecepatan tumbuh (%/etmal)

X_i = Persentase kecambah normal pada etmal ke i

T_i = waktu pengamatan dalam (etmal)

Keserempakan Tumbuh

Metode yang digunakan sama dengan pengamatan daya berkecambah. Pengamatan kecambah benih dinyatakan sebagai persentase kecambah normal kuat pada hari-6.

Keserempakan Tumbuh dihitung berdasarkan rumus:

$$K_{ST} = \frac{\sum \text{kecambah normal kuat pada hari ke 6}}{\sum \text{Total benih yang ditanam}} \times 100\% \quad (2)$$

Panjang Akar Primer

Kecambah yang dipanen diukur panjang akar primer dengan menggunakan mistar.

Bobot kering kecambah

Kecambah yang diperoleh pada uji daya tumbuh benih dikeringkan dalam inkubator pada suhu 60°C selama 3x24 jam, setelah itu dimasukkan ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang. Berat kering/kecambah dihitung dari bobot kering total dibagi jumlah kecambah.

Daya hantar listrik (DHL)

DHL diamati dengan alat konduktometer tipe Methron E 38. Benih banyak 5 g diambil secara acak, masing-masing direndam pada air bebas ion selama 24 jam dengan volume air 50 ml di dalam botol gelas, kemudian diukur pada alat konduktometer. Sebagai blanko digunakan air bebas ion yang juga telah disimpan di dalam botol-botol gelas selama 24 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu fisiologis yang rendah akan menyebabkan produksi tanaman yang rendah. Pemanenan yang dilakukan terlambat atau terlalu awal sebelum masak fisiologis menyebabkan kebocoran zat benih yang lebih besar dibandingkan dengan benih yang dipanen pada kisaran masak fisiologis, sehingga menyebabkan vigor awal benih yang cukup rendah. Hasil pengamatan pada percobaan ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Pengamatan mutu fisiologis Daya Berkecambah (%), Kecepatan Tumbuh (%/etmal), dan Keserampakan Tumbuh (%) pada penelitian Peningkatan Viabilitas Benih Jagung dengan Teknik Invigorasi Menggunakan Bahan Alami, 2014

Perlakuan	Parameter Pengamatan		
	Daya Berkecambah (%)	Kecepatan Tumbuh	Keserampakan Tumbuh
Nei Baru Kontrol	94,00	28,18	21,33
Nei Lama Kontrol	84,67	24,58	18,67
Bima Baru Kontrol	91,33	25,70	20,67
Bima Lama Kontrol	84,67	22,69	18,00
Rata-rata	88,67	25,29	19,67
Nei Baru + Jerami	99,33	33,06	24,00
Nei Lama + Jerami	88,00	23,18	20,00
Bima Baru + Jerami	98,00	30,69	23,33
Bima Lama + Jerami	91,33	23,89	21,33
Rata-rata	94,17	27,71	22,17

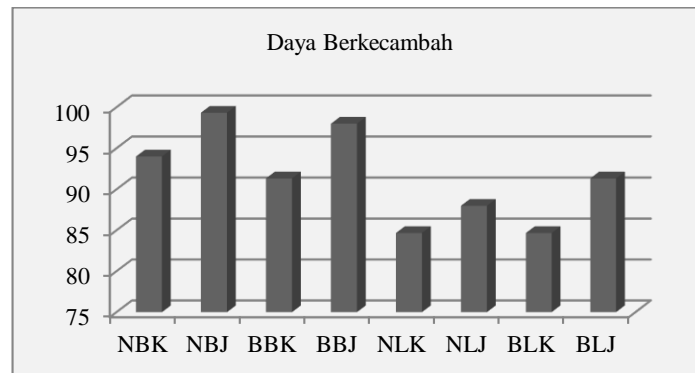
Keterangan:

Lama : Benih yang telah disimpan selama 24 bulan

Baru : Benih yang baru saja dipanen

Dari tabel di atas terlihat bahwa perlakuan dengan menggunakan bahan matriconditioning jerami dapat meningkatkan daya berkecambah rata-rata sebesar 5,84%. Sedang pada parameter kecepatan tumbuh dengan penggunaan bahan jerami akan meningkatkan 8,73% bila tanpa menggunakan bahan jerami (kontrol). Perlakuan dengan menggunakan bahan matriconditioning jerami akan meningkatkan 11,28% keserampakan tumbuh.

Perlakuan matriconditioning mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih, karena imbibisi air ke dalam benih yang terkontrol oleh faktor media (jerami). Khan *et al* (1992) menyatakan perlakuan matriconditioning memiliki fase imbibisi yang lebih lama dibanding perlakuan perendaman benih saja. Fase imbibisi yang cepat seperti pada perlakuan perendaman benih dapat menyebabkan rusaknya membran dikarenakan masuknya air ke dalam benih yang terlalu cepat.



Gambar 1. Rata-rata daya berkecambah pada penelitian Peningkatan Viabilitas Benih Jagung dengan Teknik Invigorasi Menggunakan Bahan Alami, 2014

Keterangan:

NBK:	Nei Baru Kontrol	NLK:	Nei Lama Kontrol
NBJ:	Nei Baru + Jerami	NLJ:	Nei Lama + Jerami
BBK:	Bima Baru Kontrol	BLK:	Bima Lama Kontrol
BBJ:	Bima Baru + Jerami	BLJ:	Bima Lama + Jerami

Dari gambar diatas terlihat sangat jelas bahwa dengan perlakuan matricondotining memberikan pengaruh terhadap paramater daya berkecambah dan kecepatan tumbuh. Dimana materi yang diperlakukan dengan matriconditioning mempunyai daya berkecambah yang lebih tinggi dibanding dengan tanpa pemberian matriconditioning. Kecepatan berkecambah berhubungan erat dengan vigor benih, benih yang kecepatan berkecambahnya tinggi, tanaman yang dihasilkan cenderung lebih tahan terhadap keadaan lingkungan yang sub optimum.

Tabel 2. Data Pengamatan mutu fisiologis Berat Kering Tanaman (g), Panjang Akar Primer (cm), dan Daya Hantar Listrik (μ mhos) pada penelitian Peningkatan Viabilitas Benih Jagung dengan Teknik Invigorasi Menggunakan Bahan Alami, 2014

Perlakuan	Parameter Pengamatan		
	Berat Kering Tanaman (g)	Panjang Akar (cm)	Daya Hantar Listrik (μ mhos)
Nei Baru Kontrol	0.252	10.22	18.72
Nei Lama Kontrol	0.240	11.21	28.32
Bima Baru Kontrol	0.222	11.60	20.51
Bima Lama Kontrol	0.224	11.98	25.06
Rata-rata	0.235	11.25	23.15
Nei Baru + Jerami	0.368	15.61	17.61
Nei Lama + Jerami	0.260	11.92	22.61
Bima Baru + Jerami	0.224	12.50	22.51
Bima Lama + Jerami	0.332	10.44	20.62
Rata-rata	0.296	12.62	20.84

Keterangan:

Lama	: Benih yang telah disimpan selama 24 bulan
Baru	: Benih yang baru saja dipanen

Dari tabel diatas terlihat bahwa berat kering tanaman akan meningkat dengan pemberian *matricconditioning* bahan jerami, demikian pula pada parameter panjang akar dan daya hantar listrik. Pengamatan terhadap panjang akar primer dapat dijadikan indikator untuk menentukan vigor benih. Benih yang memiliki perakaran yang panjang diindikasikan bahwa benih tersebut masih mempunyai cadangan makanan yang besar untuk membentuk epikotil dan radikel yang lebih besar dan kuat. Benih yang tumbuh cepat dan kuat akan terhindar dari lingkungan yang tidak menguntungkan. Tanaman yang ukuran benihnya lebih besar mempunyai tinggi tanaman, daya berkecambah dan panjang akar yang lebih besar daripada tanaman dari benih kecil, karena cadangan makanan awal yang lebih banyak pada benih yang berukuran besar sehingga kemampuan membentuk epikotil dan radikel akan lebih besar dan kuat.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan teknik invigorasi penggunaan bahan *conditioning* jerami padi dapat meningkatkan viabilitas benih jagung yaitu daya berkecambah sebesar 5,84%

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astuti, D. 2009. Pengaruh *Matricconditioning* Plus Minyak Cengkeh terhadap Viabilitas, Vigor, dan Kesehatan Benih Padi (*Oryza sativa*) yang Terinfeksi *Alternaria padwickii* (Ganguly) M. B. Ellis. Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. 41 hal
- [2] Basu, R.N. and A.B. Rudrapal, 1982. Post harvest seed physiology and seed invigoration treatments. Proceedings of the Indian Statistical Institute Golden Jubilee International Conference on Frontiers of Research in Agriculture. Calcuta. India.
- [3] Bradford K.J., 1984. Seed priming: techniques to speed seed germination. Proc. Oregon Hort. Soc. 25: 227 - 233.
- [4] Harjadi, srisetyadi. 1979. Pengantar Agronomi. Jakarta: PT. Gramedia
- [5] Khan, A.A., 1992. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev., 14: 131-81
- [6] Khan, A. A., H. Miura, J. Prusinski, dan S. Ilyas. 1992. *Matricconditioning* of Seed to Improve Emergence. Proceeding of the Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops. Minnesota. p 19-40.
- [7] Murray, A.G. and D.O. Wilson Jr, 1987. Priming on Seed for Improved Vigor. Bull. Agric. Exp. Station. University of Idaho : 677 : 55_77
- [8] Rachmawati, A. Y. 2009. Pengaruh Perlakuan *Matricconditioning* plus Bakterisida Sintetis atau Nabati untuk Mengendalikan Hawar Daun Bakteri

(*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) Terbawa Benih serta Meningkatkan Viabilitas dan Vigor Benih Padi (*Oryza sativa* L.). Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 39 hal.

[9] Sadjad, S. 1993. Dari Benih Kepada Benih. Gramedia, Jakarta.

[10] Sadjad, S. 1994. Kuantifikasi metabolisme benih. PT Widia Sarana Indonesia, Jakarta.

[11] Sutopo L, 1998. Teknologi Benih. PT. Raya Garfindo Persada, Jakarta.

MAKALAH POSTER

PERANAN ANTHESIS SILKING INTERVAL (ASI) TERHADAP PRODUKTIVITAS BEBERAPA GENOTYPE JAGUNG UMUR GENJAH**Fauziah Koes⁽¹⁾ dan Ernawati Djaya⁽²⁾**

1. Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros, Sulsel

2. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo

cia_mmt99@yahoo.com

ernawatidjaya@gmail.com

Jl. Dr. Ratulangi No 245 Maros, Sulsel

Abstrak

Pembungaan dan penyerbukan merupakan salah satu faktor penting dalam produktifitas tanaman. Penyerbukan tanaman pangan telah menjadi isu lingkungan, karena dua tren. Kecenderungan untuk sarana monokultur bahwa konsentrasi yang lebih besar dari penyerbuk yang dibutuhkan saat mekar daripada sebelumnya. Kecenderungan lainnya adalah penurunan populasi penyerbuk, karena penyalahgunaan pestisida dan berlebihan, penyakit baru dan parasit lebah, penebangan tebang habis, penurunan peternakan lebah, pengembangan pinggiran kota, penghapusan pagar dan habitat lainnya dari peternakan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis peranan anthesis silking interval beberapa genotipe jagung umur genjah. Penelitian ini dilaksanakan pada musim kemarau (MK) tahun 2013 yang berlokasi di Kebun Percobaan Bajeng Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Pengujian disusun mengikuti pola rancangan alpha latis 3 x 4 dengan 8 (delapan) calon hibrida (CH-1 sampai dengan CH-8) dengan 4 varietas pembanding (Gumarang, Bima 3, AS-1, dan Bisi-2) dan diulang sebanyak 3 kali. Adapun parameter pengamatan Umur Berbunga Jantan dan Betina, Panjang Tongkol, Diameter Tongkol, Jumlah baris per tongkol, Jumlah biji per baris dan hasil produktivitas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan nilai anthesis silking interval (ASI), genotipe CH-3, CH-6, CH-7, CH-8 dan AS-1 memiliki interval pembungaan yang singkat yang berpengaruh terhadap produktivitas hasil.

Kata kunci: anthesis, silking, interval, genotype, jagung, umur genjah

1. PENDAHULUAN

Permintaan jagung yang tinggi dipicu oleh kebutuhan untuk menghasilkan pakan ternak, dan akhir-akhir ini semakin tinggi permintaan jagung untuk diolah menjadi ethanol dan kebutuhan untuk industri lainnya. Pemanfaatan jagung yang semula untuk bahan makanan langsung, kini telah berubah menjadi komoditas industri. Sebagaimana diketahui, jagung sudah lama dijadikan bahan makanan oleh bangsa Indonesia dan sampai sekarang masih terus berperan sebagai bahan makanan. Sekarang ini jagung berperan sebagai *Food, Feed, Fuel dan Fiber* (Anton, 2010).

Pengembangan jagung Indonesia diarahkan pada peningkatan produksi melalui perluasan penggunaan benih hibrida dan komposit unggul dengan benih berkualitas, disertai dengan penerapan teknologi budidaya (Deptan, 2005). Kelebihan jagung hibrida dari jagung komposit adalah berpotensi hasil lebih tinggi karena memiliki gen-gen dominan yang *favourable* untuk memproduksi tinggi. Selain itu, lebih tahan terhadap hama dan penyakit, lebih tanggap terhadap pemupukan, penampakan tanaman dan tongkol lebih seragam, jumlah biji lebih

banyak, dan bobot biji lebih tinggi (Puslitbangtan, 2007). Genotipe jagung unggulan adalah genotipe yang memiliki tingkat stabilitas yang tinggi pada berbagai lokasi dan memiliki daya hasil yang relatif tinggi.

Tanaman jagung bersifat protandrus yaitu tepung sari terlepas dari malai sebelum periode rambut-rambut putik pada tongkol siap untuk diserbuk. Hal ini yang sering menjadi kendala dalam melakukan kegiatan penyerbukan buatan pada tanaman jagung, terutama untuk mendapatkan serbuksari yang masih viabel pada saat penyerbukan. Umumnya jagung yang tumbuh pada lingkungan optimal selang waktu keluarnya serbuksari dan terbentuknya rambut adalah 2- 4 hari dan pada kondisi yang demikian hasil yang dicapai sangat maksimal. Sebaliknya pada kondisi lingkungan yang tidak optimal dijumpai periode yang lebih panjang antara terbentuknya serbuksari dan keluarnya rambut. Praktis kondisi demikian akan menurunkan hasil. Serbuksari dapat dipandang sebagai suatu makhluk hidup, yang setiap saat dapat mati. Umur tepung sari berpengaruh terhadap banyaknya biji yang terbentuk pada tongkol, makin tua umur serbuksari makin berkurang daya tumbuhnya dan tabung sari yang terbentuk akan lebih pendek, selain itu persentase butir-butir serbuksari yang hidup akan terus menurun sampai pada suatu saat tidak ada serbuksari yang dapat berkecambah. Russel dan Hallauer (1980) menjelaskan bahwa penyebaran serbuksari pada tanaman jagung berkisar 7 hari yaitu serbuksari terlepas 1 – 3 hari sebelum rambut telah keluar dari tongkol dan berlanjut selama periode 3 – 4 hari setelah rambut pada tongkol siap diserbuki. Poehlman (1987) menambahkan bahwa dibawah kondisi yang menguntungkan serbuksari dapat hidup selama 12 – 18 jam, tetapi dapat mati dalam beberapa jam karena kepanasan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa serbuksari dapat dipelihara agar tetap hidup selama 7 – 10 hari dengan mengoleksi malai yang sebelumnya baru melepaskan serbuksari dan menyimpannya di lemari pendinginan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara waktu penyerbukan terhadap hasil adalah berkorelasi negative artinya jika penyerbukan terjadi 0 – 5 hari setelah serbuksari terlepas dari anther, hasil yang dapat dicapai 3,5 ton/ha dan penyerbukan setelah 5 hari hasil akan menurun sampai 1,5 ton/ha. Jungsheimer (1985) mengemukakan bahwa nilai ASI (*Anthesis Silking Interval*) dari setiap family dalam suatu populasi mempunyai korelasi positif terhadap parameter umur panen, tinggi tanaman, tinggi tongkol dan hasil. Selanjutnya Vassal et al, 1991 mengemukakan bahwa nilai ASI pada galur murni 0- 2 hari dapat diperoleh hasil 3,8 -4,5 ton/ha. ASI adalah selisih antara keluarnya rambut dan masakannya serbuksari pada malai.

Interval yang pendek atau kecil menunjukkan adanya sinkronisasi pembungaan, sehingga peluang terjadinya penyerbukan sempurna akan sangat besar, dengan demikian keberhasilan pembentukan buahnya akan besar. Hal sebaliknya jika interval pembungaan ini lebar, menunjukkan sinkronisasi pembungaan yang bermasalah, sehingga peluang terjadinya penyerbukan yang sempurna akan kecil. Hal-hal tersebut di atas bisa saja dipengaruhi karena cekaman kekeringan dan suhu yang tinggi sehingga akan mempengaruhi interval tersebut. Oleh sebab itu pada fase akan terjadinya pembungaan manajemen air sangat penting bagi tanaman.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung pada bulan Maret 2013 sampai bulan Januari 2014. Penelitian ini dilakukan Kebun Percobaan (KP) Bajeng Gowa Sulawesi Selatan. Pengujian disusun mengikuti pola rancangan alpha latis 3 x 4 yang diulang tiga kali, dengan ukuran plot 3,0 m x 5,0 m, dengan model matematik:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

dimana:

Y_i = hasil pengamatan setiap peubah,

μ = nilai tengah umum,

α_i = pengaruh entri/calon varietas,

β_j = pengaruh blok dan

ε_{ij} = pengaruh galat.

Bahan yang digunakan yaitu delapan galur calon hibrida (CH1-CH8) dan empat varietas pembanding yaitu Gumarang, Bima 3, AS-1, dan Bisi-2, Pupuk Urea, Pupuk SP36, Pupuk KCL, dan Metalaxyl.

Alat yang digunakan adalah meteran, alat tugal, cangkul, ajir, alat tulis menulis, timbangan, karung, tali rafia, *moisture tester keith 400 PM*, dan alat hitung. Adapun parameter pengamatan adalah

1. Umur berbunga (hari)

Jagung mulai berbunga pada umur 40 hari tergantung pada varietasnya. Sepanjang stadia pembungaan, petakan harus dikunjungi setiap hari.

- Pencatatan umur *berbunga jantan* bukan ditandai setelah keluarnya bunga jantan (*tassel*), tetapi dihitung pada saat *anthesis* atau ketika telah diproduksi serbuk sari (*pollen*). Pollen berwarna kuning akan terlihat apabila tassel/malai digoyang. Secara visual, hal ini biasa ditandai oleh terbukanya kotak sari, lalu terlihat serangga yang mengerubungi bunga jantan.

- Pencatatan umur *berbunga betina* (*silking*, *keluar rambut*) dicatat bila rambut telah keluar panjang >2 cm.

Biasanya *anthesis* lebih duluan daripada *silking*. Beda hari antara keluar serbuk sari dengan keluar rambut disebut ASI (*anthesis silking interval*). Makin rendah angka ASI disebut makin sinkron pembungaan.

2. Data ukuran komponen hasil diambil dari sejumlah tongkol sampel yang telah dikeringkan. Beberapa parameter yang perlu dicatat adalah :

- Berat 1000 biji dalam kadar air 15 %. Menghitung ini tidak harus 'menunggu' KA 15%. Biji yang dipipil sejumlah 1000 butir dapat langsung ditimbang dan diukur KA biji lalu angka dikonversi pada KA 15%.
- Panjang tongkol diukur dari pangkal sampai keujung tongkol yang berbiji.
- Lingkaran tongkol diukur di pertengahan tongkol
- Jumlah baris per tongkol.
- Jumlahbiji per baris.

3. Konversi Hasil per petak ke kg/ha.

$$\text{Hasil (kg/ha)} = \frac{10000}{L.P} \times \frac{100-KA}{100-15} \times B \times 0,80 \quad (2)$$

Dimana:

K.A=Kadar Air biji waktu panen

L.P= Luas Panen (m^2).

B= Bobot Tongkol Kupasan (kg)

0,80= Rata-rata 'shelling percentage/rendemen'

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Umur Berbunga

Berdasarkan analisis sidik ragam parameter umur berbunga jantan dan betina untuk semua genotype berbeda nyata untuk semua perlakuan (Tabel 1). Umur berbunga jantan yang paling cepat atau sama dengan pembandingan varietas Gumarang adalah CH-8, dan yang paling lambat keluar CH-5, sedangkan umur berbunga betina yang paling lambat adalah CH-5 dan genotype yang paling cepat mendekati pembandingan adalah CH-2. Tetapi Anthesis Silking Interval (ASI) yang menghasilkan sinkronisasi pembungaan yang tepat adalah CH-2. Karena Interval antara keluarnya bunga betina dan bunga jantan (anthesis silking interval, ASI) dari CH-2 nilainya kecil, sehingga menunjukkan sinkronisasi pembungaan, yang berarti peluang terjadinya penyerbukan sempurna sangat besar. Sedangkan CH-4 interval antara keluarnya bunga betina dan bunga jantan besar, sehingga semakin kecil sinkronisasi pembungaan dan penyerbukan terhambat sehingga menurunkan hasil.

Tabel 1. Rata-rata umur berbunga jantan dan umur berbunga betina beberapa genotype dan varietas jagung di lokasi Bajeng (Sulsel), MK 2013.

Perlakuan	Umur Berbunga (hari)		
	♂	♀	ASI
CH-1	51,67 bc	53,33 bc	1,67 ab
CH-2	53,33 ab	55,00 ab	1,67 ab
CH-3	53,33 ab	54,33 ab	1,00 b
CH-4	52,33 abc	54,33 ab	2,00 a
CH-5	53,00 ab	54,33 ab	1,33 ab
CH-6	52,67 ab	53,67 abc	1,00 b
CH-7	54,33 ab	55,33 ab	1,00 b
CH-8	51,67 bc	52,67 bc	1,00 b
Gumarang	49,00 c	50,67 c	1,67 ab
Bima 3	52,67 ab	54,00 abc	1,33 ab
AS-1	52,33 abc	53,33 bc	1,00 b
Bisi-2	55,33 a	57,00 a	1,67 ab

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 95% Uji Duncan

Jagung merupakan tanaman yang termasuk golongan/spesies C3 yakni tanaman yang memerlukan sinar matahari penuh, sehingga kondisi lingkungan yang terbuka sangat mendukung pertumbuhannya. Menurut Satjadipura (1984), lingkungan yang mendukung akan memberikan penampilan sifat terbaik, sebaliknya lingkungan yang kurang menunjang dapat menyebabkan potensi genetik suatu tanaman tidak dapat dicapai secara optimal. Hal yang sama dikemukakan Allard (1960), bahwa adanya perbedaan yang disebabkan oleh faktor lingkungan setempat berpengaruh terhadap penampilan masing-masing genotipe. Dengan demikian, interaksi genotipe dengan lingkungan sangat

dipengaruhi oleh keragaman atau variasi lingkungan yang diramalkan, seperti tipe tanah dan tipe iklim. Ada hubungan yang negatif antara lebarnya interval waktu munculnya bunga jantan dan bunga betina dengan optimalisasi persarian. Makin tinggi ASI, jumlah total serbuk sari dan jumlah serbuk sari yang fertil semakin berkurang. Penurunan persediaan jumlah serbuk sari fertil yang melingkupi tanaman jelas mengurangi keberhasilan pembentukan biji. Hal ini dapat terlihat pada besarnya ukuran tongkol dan kekosongan biji (*barrenness*). Beberapa penelitian pada tanaman jagung menunjukkan bahwa kekeringan yang terjadi sebelum dan selama pembungaan, serta perpanjangan interval waktu antara anthesis-silking (ASI) ternyata berpengaruh langsung pada produksi. Makin panjang interval waktunya makin rendah produktivitas tanaman.

Tabel 2. Rata-rata Panjang Tongkol (cm), diameter tongkol (cm), jumlah baris per tongkol dan jumlah biji per baris beberapa genotype dan varietas jagung, MK 2013.

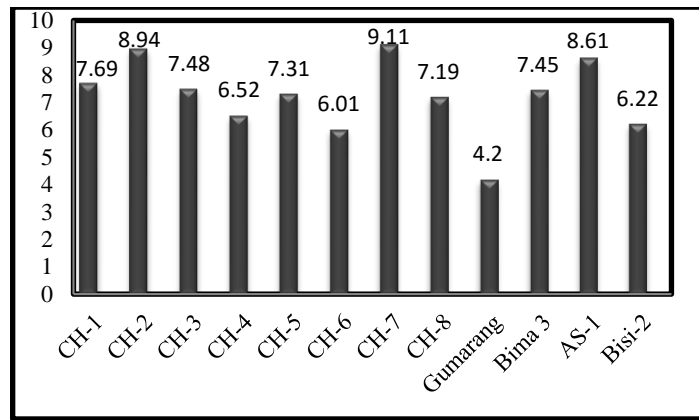
Perlakuan	Parameter Pengamatan			
	Panjang Tongkol (cm)	Diameter Tongkol (cm)	Jumlah baris per tongkol	Jumlah biji per baris
CH-1	17,09 b	4,69 ab	14,13 a	33,67 abc
CH-2	17,38 b	4,48 ab	13,60 ab	36,47 a
CH-3	16,93 b	4,46 ab	12,93 abc	31,07 c
CH-4	26,11 a	4,67 ab	11,73 d	34,67 ab
CH-5	17,72 b	4,63 ab	13,73 ab	34,80 ab
CH-6	17,91 b	4,74 ab	13,20 abc	36,53 a
CH-7	18,30 b	4,62 ab	12,80 bcd	35,87 ab
CH-8	16,47 b	4,66 ab	14,13 a	34,20 abc
Gumarang	15,80 b	4,27 b	13,07 abc	33,93 abc
Bima 3	17,47 b	4,76 ab	14,00 ab	35,13 ab
AS-1	18,59 b	5,00 ab	13,87 ab	32,47 bc
Bisi-2	18,14 b	4,25 b	12,27 cd	35,93 a

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 95% Uji Duncan

Karakter tongkol yang diamati adalah panjang tongkol (Tabel 2) pada genotype yang diuji berkisar antara 16,47 cm (CH-8) – 26,11 cm (CH-4). Selanjutnya menurut Robi'in (2009), panjang dan diameter tongkol berkaitan erat dengan rendemen hasil suatu varietas. Jika panjang tongkol rata-rata suatu varietas lebih panjang dibanding varietas yang lain, varietas tersebut berpeluang memiliki hasil yang lebih tinggi dibanding varietas lain. Demikian pula jika diameter tongkol suatu varietas lebih besar dibanding varietas lain maka varietas tersebut memiliki rendemen hasil yang tinggi. Baribieri *et al.*, (2000) menambahkan bahwa berdasarkan data jumlah biji/tongkol dan jumlah tongkol/petak akan didapatkan jumlah biji/petak atau jumlah biji/satuan luas yang merupakan salah satu komponen hasil. Variasi pada hasil jagung umumnya lebih dipengaruhi oleh variasi pada jumlah biji per satuan luas daripada oleh bobot seribu biji atau ukuran biji.

Hasil sidik ragam jumlah baris per tongkol (Tabel 3) menunjukkan bahwa genotype berbeda nyata. Genotype CH-8 (14,13 cm) memiliki jumlah baris pertongkol yang tertinggi, sedang yang terendah adalah genotype CH-4 (11,73 cm).

Hasil Produktivitas



Gambar 2. Hasil Rata-rata produktivitas hasil beberapa genotype dan varietas jagung, MK 2013.

Genotype yang memberikan hasil tertinggi adalah CH-7 (9,11 ton/ha) dan yang terendah adalah varietas pembanding yaitu Gumarang (4,20 ton/ha). Ini berkaitan erat dengan ASI (*anthesis silking interval*) dimana genotype CH-7 memiliki nilai ASI yang rendah sehingga terjadi sinkronisasi pembungaan yang berpengaruh terhadap pengisian biji.

Varietas yang mempunyai potensi hasil tinggi hanya akan menunjukkan kemampuannya bila didukung oleh lingkungan yang menguntungkan untuk pertumbuhannya. (Baco *et al.*, 1999).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peranan ASI (*anthesis silking interval*) sangat menentukan produktivitas hasil, dimana genotype CH-7 memiliki nilai ASI yang rendah sehingga produktivitas hasilnya tinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bapak Dr. Andi Takdir Makkulau atas bimbingannya hingga selesainya penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allard, R. W., 1960. Principles of Plant Breeding. John Willey & Sons, Inc. New York. 485p.
- [2] Anton, J.S., 2010. Pengembangan Jagung Nasional Mengantisipasi Krisis Pangan, Pakan dan Energi Dunia : Prospek dan Tantangan. Prosiding Seminar Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hal. 10 – 14.
- [3] Baco, Dj., Marsum M.D., Subandi. 1999. Teknologi Produksi dan Penyimpanan Jagung. Tonggak Kemajuan Teknologi Produksi Tanaman Pangan. Puslitbangtan, Bogor. hal. 225 – 251.

- [4] Barbieri PA, HR Sainz Rozas, FH Andrade, HE Echeverria. 2000. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agron J.* 92: 283–288.
- [5] Deptan, 2005. Rencana Aksi Pemantapan Ketahanan Pangan 2005 – 2010. Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian, Jakarta. 66 hal.
- [6] Jugenheimer R.W., 1985. Corn Improvement Seed Production and Uses. Evaluating Inbred Lines. Rober E.Kringer Publisher Company. Malabar Florida. P.142
- [7] Poehlman M.1987. Breeding Field Crops. Third Edition. An Avi Book. Van Nostrand Reinhold. New York. P.45.
- [8] Puslitbangtan, 2007. Padi dan Jagung Hibrida Unggul Baru. *Warta* 19:2-3
- [9] Robi'iin. 2009. Teknik pengujian daya hasil jagung bersari bebas (komposit) di lokasi prima tani Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. *Buletin Teknik Pertanian* 14(2):2009:45–49.
- [10] Russel W.A. A.R. Hallauer, 1980. Corn. Edited By W.R.Fehr and H.H.Hadley Publisher Madison, Wisconsin, USA
- [11] Satjadipura. 1984. Pengujian Beberapa Varietas Petsai di Lembang. *Bul. Pen. Hort.* VIII (6) : 19-25.
- [12] Vasal S.K., H.S. Cordova, D.L.Beck and G.O.Edmeades, 1991. Choice among Breeding Procedures and Strategies for developing Stress Tolerant Maize Germplasm. Prosiding of Symposium Developing Drought and Low N Tolerant Maize. March 25-29 1996. CIMMYT Mexico.AG

MAKALAH POSTER**PENGARUH KUALITAS BENIH JAGUNG PADA BERBAGAI RUANG PENYIMPANAN TERHADAP VIGOR BENIH****Anna Sulistyaningrum dan Oom Komalasari**

Balai Penelitian Tanaman Serealia

Jl. Dr. Ratulangi No 274 Maros

email: anna.sulistya@gmail.comoom_balitsereal07@yahoo.co.id**ABSTRAK**

Benih jagung mudah mengalami kerusakan jika disimpan dalam kondisi yang tidak sesuai. Kerusakan pada benih dapat berpengaruh terhadap daya vigor dan viabilitas benih tersebut. Pemilihan (sortasi) benih yang baik serta penggunaan suhu penyimpanan yang sesuai dapat meningkatkan umur simpan benih, karena dapat menghambat proses respirasi dan degradasi nutrisi dari benih tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah 1. mengetahui pengaruh kualitas benih terhadap mutu fisiologis benih; 2. mengetahui pengaruh suhu ruang penyimpanan benih; 3. mengetahui pengaruh interaksi kualitas benih dan suhu penyimpanan terhadap mutu benih. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Perlakuan meliputi kualitas benih jagung (B): jagung sortasi (B1), jagung non sortasi (B2), umur simpan (N): 0 bulan (N1) dan 2 bulan (N2), dan suhu penyimpanan (R): suhu ruang (R1), suhu AC (R2) dan suhu kulkas (R3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih sortasi memiliki mutu fisiologis yang lebih baik jika dibandingkan dengan benih non sortasi dengan nilai daya berkecambah 98,44%, kecepatan tumbuh 30,94 %/etmal, berat kering kecambah 0,24 g, panjang akar 13,94 cm, kadar air 9,36%, daya hantar listrik 23,83 μ S/cm/g, asam lemak bebas 1,113%. Penyimpanan pada suhu AC, memberikan nilai viabilitas yang lebih baik daripada benih yang disimpan dalam suhu ruang dan kulkas.

Kata kunci: benih jagung, suhu penyimpanan, mutu fisiologis

1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman yang sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan sekitarnya. Kondisi lingkungan yang sesuai berdampak pada viabilitas, vigor benih dan produksi tanaman. Secara umum vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi, artinya dari benih yang bervigor tinggi akan dapat mencapai tingkat produksi yang tinggi pula.

Mutu benih dapat dicerminkan dari penampilan fisik (kadar air, kemurnian dan berat benih) dan juga fisiologis (daya berkecambah) yang dijadikan parameter utama pengujian benih. Mutu benih mencakup mutu genetis, mutu fisiologis dan mutu fisis. Mutu genetis ditentukan oleh derajat kemurnian genetis¹ sedangkan mutu fisiologis ditentukan oleh laju kemunduran dan vigor benih (nilai daya berkecambah, kecepatan tumbuh, dan keserempakan tumbuh). Mutu fisis ditentukan oleh kebersihan fisis benih².

Benih bermutu dapat diperoleh dengan melakukan penanganan pasca panen yang tepat seperti: panen pada saat masak fisiologis, pengeringan benih hingga kadar air mencapai kadar air yang aman untuk disimpan, melakukan sortasi benih, serta penyimpanan dengan kemasan yang kedap udara dan bebas dari hama gudang³. Waktu panen dan cara pascapanen akan menentukan kualitas benih sebelum benih tersebut disimpan. Menurut⁴, selain faktor

tingkat kemasakan buah, viabilitas benih juga ditentukan oleh faktor cara simpan.

Seleksi benih dilakukan untuk memisahkan benih berisi dari benih kosong, kotoran dan benih jenis lain. Sortasi benih dilakukan berdasarkan ukuran benih (berat dan dimensi). Mutu benih akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu simpan⁵, sehingga dalam proses penyimpanan benih perlu diperhatikan suhu ruang penyimpanan. Menurut penelitian⁵, penyimpanan dalam suhu yang rendah dapat meningkatkan viabilitas dari benih kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui pengaruh kualitas benih terhadap mutu fisiologis benih, (2) mengetahui pengaruh suhu ruang penyimpanan benih, dan (3) mengetahui kombinasi kualitas benih dan suhu penyimpanan terhadap mutu benih.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Benih Balai Penelitian Tanaman Serealia pada bulan November 2015 – Maret 2016. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung sortiran dan non sortiran, etanol, aquades, indikator pp dan alumunium foil. Peralatan yang digunakan yaitu germinator, oven, grain moisture tester, conductivity meter, buret.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 12 kombinasi perlakuan, diulang 3 kali sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Perlakuan yang dicoba meliputi kualitas benih jagung (B): jagung sortasi (B1), jagung non sortasi (B2), umur simpan (N): 0 bulan (N1) dan 2 bulan (N2), dan suhu penyimpanan (R): suhu ruang (R1), suhu AC (R2) dan suhu kulkas (R3).

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi:

1. Kadar air
Pengamatan kadar air dilakukan dengan menggunakan digital moisture tester Kett PM 400.
2. Daya berkecambah
Benih dihitung sebanyak 50 butir dari setiap ulangan ditanam pada media kertas buram. Pengamatan dilakukan pada hari ke tiga, empat dan lima setelah tanam. Selain untuk pengujian daya berkecambah benih, perlakuan ini juga digunakan untuk tolok ukur kecepatan tumbuh benih. Jumlah kecambah normal pada hari ke 4 (kumulatif), merupakan data keserempakan tumbuh benih.
3. Daya hantar listrik (DHL)
Daya hantar listrik diamati dengan alat *Conductivity Meter*. Benih sebanyak 25 butir diambil secara acak, masing-masing direndam pada air bebas ion selama 24 jam dengan volume air 80 ml di dalam gelas ukur, kemudian diukur pada alat *Conductivity Meter*.

4. Kecepatan Tumbuh Benih

Data diperoleh dari substrat pengujian daya berkecambah benih⁶. Setiap kali pengamatan, jumlah persentase kecambah normal dibagi dengan etmal (24 jam). Nilai etmal kumulatif diperoleh dari saat benih ditanam sampai dengan waktu pengamatan⁶. Rumus yang digunakan adalah:

$$KT = \frac{\sum (X_i - X_{i-1})}{T_i}$$

KT = Kecepatan tumbuh (%/etmal)

X_i = Persentase kecambah normal pada etmal ke i

T_i = waktu pengamatan dalam (etmal)

5. Bobot Kering Kecambah

Akar yang diperoleh pada uji daya tumbuh benih dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 3 x 24 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang.

6. Panjang Akar Primer

Diambil 10 kecambah dari setiap ulangan, kemudian diukur panjang akar primernya. Hasil pengukuran dihitung nilai rata-ratanya.

7. Asam lemak bebas

Ditimbang sebanyak 28,2 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Tambahkan 50 ml alkohol netral yang panas dan 2 ml indikator phenolphthalein (PP). Kemudian dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 30 detik. Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % FFA atau sebagai angka asam.

$$\%FFA = \frac{ml\ NaOH \times N \times berat\ molekul\ asam\ lemak}{berat\ contoh \times 1000} \times 100$$

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis keragamannya melalui uji F pada taraf nyata 5 persen dan apabila menunjukkan keragaman, maka dilanjutkan dengan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dan analisis regresi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan kualitas benih jagung (B), umur simpan (N), suhu penyimpanan (R), dan interaksinya terhadap variabel pengamatan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan kualitas benih (B), umur simpan (N), suhu ruang simpan (R) serta interaksinya terhadap variabel pengamatan

No	Variabel	Nilai F hitung Perlakuan						
		B	N	R	BxN	BxR	NxR	BxNxR
1	Kadar air	64,10**	207,69**	9,92**	400,05**	11,26**	74,21**	0,001 tn
2	Daya berkecambah	371,37**	445,47**	1,32 tn	126,53**	0,47**	148,74**	0,001 tn
3	DHL	63,36**	113,55**	0,19 tn	60,50**	0,67**	38,18**	0,001 tn

4	Kecepatan tumbuh	69,89**	708,19**	2,18 tn	374,29**	0,08 tn	236,08**	0,001 tn
5	Berat kering kecambah	228,08**	217,65**	2,09 tn	121,79**	5,35 tn	73,53**	0,001 tn
6	Panjang akar	18,34**	30,72**	2,90 tn	27,83**	4,33 tn	13,43**	0,001 tn
7	Asam lemak bebas	517090**	112714**	178744 **	238187**	26378,1**	156826**	0,001 tn
F tabel 5%/F table 5%		4,84	4,84	3,98	3,98	3,98	3,98	4,84
F tabel 1%/F table 1%		9,65	9,65	7,21	7,21	7,21	7,21	9,65

Keterangan: B: kualitas benih; N: umur simpan; R: suhu ruang simpan; BxN: interaksi kualitas benih dan umur simpan; BxR: interaksi kualitas benih dan suhu ruang simpan; NxR: interaksi umur simpan dan suhu ruang simpan; BxNxR: interaksi kualitas benih, umur simpan dan suhu ruang simpan; **: berpengaruh sangat nyata; *: berpengaruh nyata; tn: tidak nyata.

Berdasarkan hasil analisis diatas menunjukkan bahwa kualitas benih (B), umur simpan (N) memberikan pengaruh yang sangat nyata pada semua variabel pengamatan, sedangkan faktor suhu ruang simpan (R) memberikan pengaruh yang sangat nyata hanya pada variabel kadar air dan asam lemak bebas.

Tabel 2. Hasil analisis uji lanjut pengaruh perlakuan kualitas benih (B) dan suhu ruang simpan (R) terhadap variabel pengamatan

Faktor	Perlakuan	Variabel pengamatan						
		DHL (μ s/cm/g)	ALB (% FFA)	KA (%)	DB (%)	Kectum (%/etmal)	BKkec (g)	PJakar (cm)
Kualitas benih (B)	Benih sortasi (B1)	23,84 b	1,11 b	9,36 b	98,44 a	30,94 a	0,24 tn	13,94 a
	Benih non sortasi (B2)	28,71 a	1,25 a	9,64 a	89,11 b	29,27 b	0,21 tn	12,89 b
Suhu ruang simpan (R)	Suhu ruang (s1)	26,44 tn	1,26 a	9,61 a	93,50 tn	30,05 tn	0,23 tn	13,37 ab
	Suhu AC (S2)	26,01 tn	1,13 c	9,46 b	94,33 tn	30,38 tn	0,23 tn	13,08 b
	Suhu kulkas (S3)	26,37 tn	1,16 b	9,43 b	93,50 tn	29,88 tn	0,23 tn	13,80 a

Keterangan: Kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji DMRT taraf 5%.

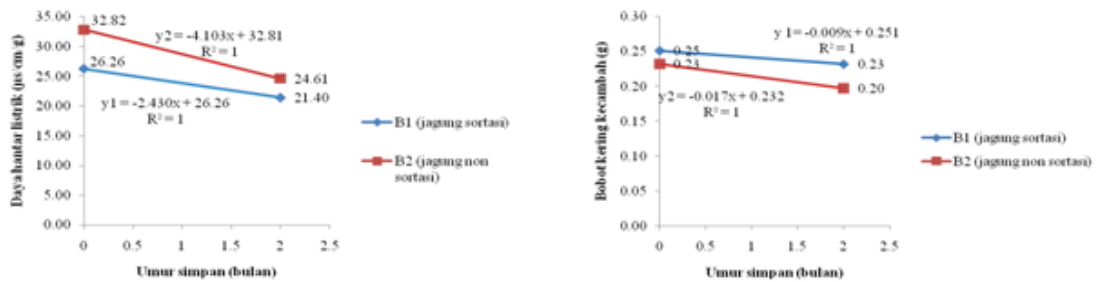
DHL: daya hantar listrik; ALB: asam lemak bebas; KA: kadar air; DB: daya berkecambah; Kectum: kecepatan tumbuh; BKkec: berat kering kecambah; PJakar: panjang akar; tn: tidak nyata.

Pengaruh Kualitas Benih

Kualitas benih sangat berpengaruh terhadap vigor dan viabilitas benih. Benih yang berkualitas baik akan memiliki kemampuan daya berkecambah dan kecepatan tumbuh yang baik. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kualitas benih memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air, daya berkecambah, daya hantar listrik, kecepatan tumbuh, berat kering kecambah, panjang akar dan kandungan asam lemak bebas.

Perlakuan benih sortasi (B1) memberikan nilai kadar air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan benih non sortasi yaitu sebesar 9,36%. Kenaikan kadar air dari benih menyebabkan semakin banyak substrat yang terhidrolisis, sehingga energi yang digunakan untuk berkecambah semakin berkurang. Energi tersebut banyak digunakan untuk proses respirasi, hal ini menyebabkan benih non sortasi memiliki daya berkecambah dan kecepatan tumbuh yang lebih rendah yaitu 29,27 %/etmal. Menurut⁷, menurunnya daya berkecambah benih yang disimpan berhubungan dengan tingginya kadar air pada benih yang menyebabkan struktur

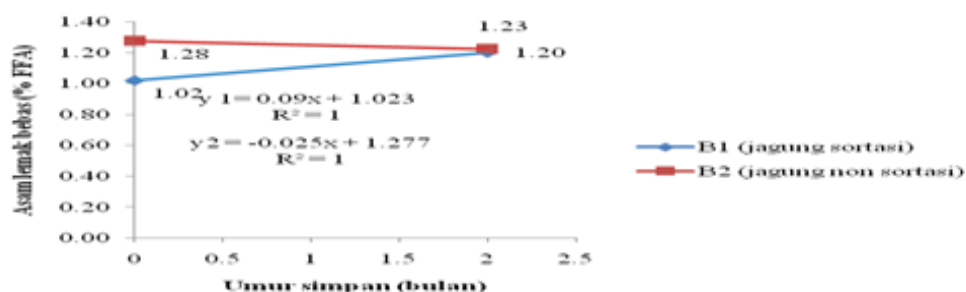
membran mitokondria tidak teratur sehingga permeabilitas membran meningkat. Daya berkecambah benih non sortasi (89,11%), sedangkan benih sortasi (98,44%). Hal ini menunjukkan bahwa benih sortasi memiliki mutu dan viabilitas yang lebih baik. Menurut ⁸, penurunan viabilitas dan vigor benih dipengaruhi oleh aktivitas enzim sehingga menyebabkan kemunduran dan laju perkecambahan benih yang rendah.



Gambar 1. Grafik pengaruh interaksi kualitas benih dan umur simpan terhadap (a) daya hantar listrik dan (b) bobot kering kecambah

Berdasarkan Tabel 1 (a) dapat terlihat bahwa benih sortasi memiliki nilai DHL yang lebih rendah jika dibandingkan dengan benih non sortasi dengan nilai 23,84 $\mu\text{s/cm/g}$. Semakin rendah nilai DHL, mengindikasikan bahwa tingkat kebocoran membran sel semakin rendah⁷, sehingga cadangan makanan yang digunakan untuk pertumbuhan kecambah lebih banyak. Penurunan integritas membran sel secara langsung dan integritas membran mitokondria secara tidak langsung dapat diindikasikan oleh peningkatan daya hantar listrik⁹.

Tabel 1 (b) menunjukkan bahwa benih sortasi memiliki bobot kering kecambah yang lebih besar yaitu 0,23 g. Benih yang berukuran besar dan berat mengandung cadangan makanan yang lebih banyak dibandingkan dengan yang kecil pada jenis yang sama. Cadangan makanan yang terkandung dalam jaringan penyimpanan digunakan sebagai sumber energi bagi embrio pada saat perkecambahan¹⁰. Menurut ⁴, semakin besar cadangan makanan yang disimpan dalam benih maka akan semakin besar pula viabilitas dari benih tersebut.

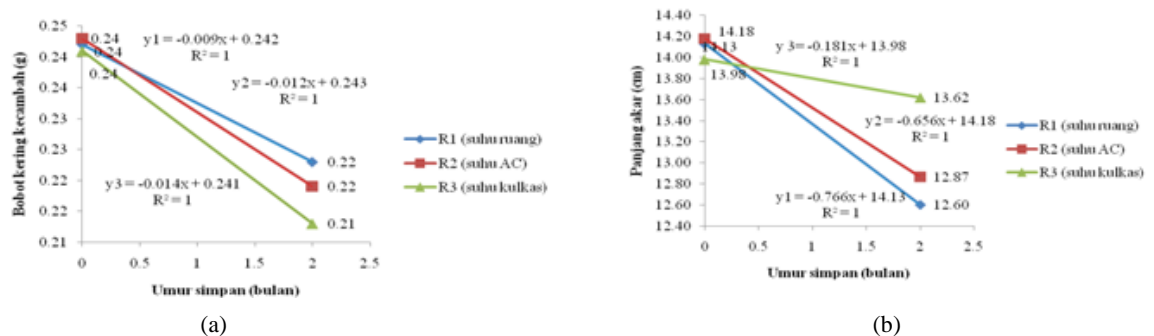


Gambar 2. Grafik pengaruh interaksi kualitas benih dan umur simpan terhadap kandungan asam lemak bebas

Kandungan asam lemak bebas dalam suatu bahan dapat dijadikan sebagai indikator kualitas bahan tersebut. Kandungan ALB pada benih sortasi lebih rendah dibandingkan dengan benih non sortasi yaitu sebesar 1,11%, sedangkan benih non sortasi 1,25%. Hal ini dikarenakan kandungan air yang lebih rendah dari benih sortasi akan berdampak pada rendahnya kandungan asam lemak bebas benih tersebut. Peningkatan kandungan air akan meningkatkan kandungan asam lemak bebas, sehingga proses deteriorasi benih semakin meningkat⁹.

Pengaruh Suhu Ruang Penyimpanan

Suhu ruang penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air, panjang akar dan kandungan asam lemak bebas. Nilai rata-rata kadar air dari semua perlakuan yaitu 9,5%. Penyimpanan dalam suhu AC dan kulkas menghasilkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan penyimpanan dalam suhu ruang. Peningkatan kadar air disebabkan adanya proses keseimbangan kelembaban antara benih dengan uap air akibat kelembaban udara yang tinggi dan proses respirasi benih. Makin tinggi kadar air biji, makin cepat respirasi dan makin banyak CO₂, air dan panas yang dihasilkan selama penyimpanan. Hasil penelitian¹¹, menunjukkan apabila penyimpanan benih jagung dapat dilakukan pada kadar air yang rendah (di bawah 10%) maka daya berkecambahnya masih cukup tinggi (lebih dari 90%) walaupun telah disimpan selama satu tahun pada suhu kamar.

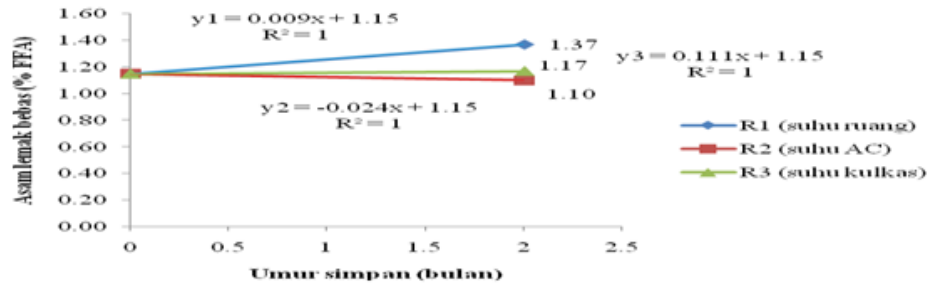


Gambar 3. Grafik pengaruh interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan terhadap (a) bobot kering kecambah dan (b) panjang akar

Grafik 3 (a) dan (b) menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka bobot kering kecambah dan panjang akar kecambah mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama benih disimpan maka cadangan makanan semakin berkurang karena adanya proses perombakan nutrisi dan respirasi. Respirasi menggunakan substrat dari cadangan makanan dalam benih, sehingga cadangan makanan berkurang untuk pertumbuhan embrio pada saat benih dikecambahkan¹.

Penyimpanan dalam suhu AC lebih dapat mempertahankan viabilitas dan vigor benih, hal ini terlihat dari berat kering kecambah dan panjang akar yang lebih besar dibandingkan penyimpanan suhu ruang. Menurut¹², ada berbagai faktor yang dibutuhkan untuk perkecambahan benih, salah satu ialah faktor

lingkungan yang meliputi air, suhu, kadar oksigen dan kadang-kadang cahaya harus tersedia dalam keadaan optimal.



Gambar 4. Grafik pengaruh interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan terhadap kandungan asam lemak bebas

Kandungan asam lemak bebas mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan. Selama penyimpanan terjadi peningkatan kadar air benih, hal ini yang mengakibatkan komponen lemak dalam matriks bahan terhidrolisis menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Benih yang disimpan dalam suhu AC (Grafik 4) menunjukkan kandungan asam lemak bebas yang lebih rendah dari pada penyimpanan dalam suhu ruang maupun kulkas dengan persamaan regresi $y = -0,024x + 1,15$ ($R^2 = 1$). Hal ini dikarenakan penyimpanan dalam suhu rendah akan menghambat proses hidrolisis benih. Menurut¹³, penyimpanan dalam suhu tinggi akan mempercepat laju reaksi kimia dalam benih. Peningkatan kadar air juga menyebabkan peningkatan aktivitas enzim lipoksigenase yang mengoksidasi lemak dan menghasilkan radikal bebas¹⁴.

4. KESIMPULAN

1. Benih sortasi memiliki mutu fisiologis yang lebih baik jika dibandingkan dengan benih non sortasi dengan nilai daya berkecambah 98,44%, kecepatan tumbuh 30,94 %/etmal, berat kering kecambah 0,24 g, panjang akar 13,94 cm, kadar air 9,36%, daya hantar listrik 23,83 μ S/cm/g, asam lemak bebas 1,113%.
2. Penyimpanan pada suhu AC menghasilkan vigor benih yang lebih baik daripada benih yang disimpan dalam suhu ruang dan kulkas.
3. Interaksi kualitas benih dan suhu ruang penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air dan kandungan asam lemak bebas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Waluyo N, Azmi C dan Kirana R. 2014. Pengaruh jenis kemasan terhadap mutu fisiologis benih bawang daun (*allium fistulosum* L.) selama periode simpan. J. Agrin 18(2): 148-157.
- [2] Ichsan, CN. 2006. Uji viabilitas dan vigor benih beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) yang diproduksi pada temperature yang berbeda selama kemasakan. J. Floratek 2 : 37 – 42.

-
- [3] Fikri MN, Zuhry E, Nurbaiti. 2015. Uji daya hasil dan mutu fisiologis benih beberapa genotipe sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) koleksi batan. Jom Faperta 2 (1).
- [4] Hayati R, Pian ZA, dan Syahril AS. 2011. Pengaruh tingkat kemasakan buah dan cara penyimpanan terhadap viabilitas dan vigor benih kakao. J. Floratek 6: 114 – 123
- [5] Umar S. 2012. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap daya simpan benih kedelai (*Glycine max* L. Merr). J. Berita Biologi 11(3): 401-410.
- [6] AOSA. 1983. Seed vigor testing handbook. The Seed Vigor Test Committee of Association of Official.
- [7] Tatipata A, Yudono P, Purwantoro A, Mangoendidjojo W. 2004. Kajian aspek fisiologi dan biokimia deteriorasi benih kedelai dalam penyimpanan. J. Ilmu Pertanian 11(2): 76-87.
- [8] Baharudin, Ilyas S, Suhartono MR, dan Purwantara A. 2010. Pengaruh lama penyimpanan dan perlakuan benih terhadap peningkatan vigor benih kakao hibrida. J. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian 13 (1): 73-84.
- [9] Firdaus, Hasbullah R, Ahmad U, dan Suhartanto MR. 2014. Deteksi cepat viabilitas benih padi menggunakan gelombang near infrared dan model jaringan saraf tiruan. J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 33(2): 77-86.
- [10] Rikumahu V.V, Pongoh J, Paulus J.M. 2012. Perkecambahan benih jagung (*Zea mays* L.) pada berbagai umur panen benih dan kelembaban media tanam. J. Eugenia 18(3): 205-216.
- [11] Saenong S, Azrai M, Arief R, dan Rahmawati. 2007. Pengelolaan Benih Jagung. Hal. 145-174. Dalam Jagung : Teknik Produksi dan Pengembangan. Balai Penelitian Serealia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian RI. Jakarta. 500 hal.
- [12] Syafruddin dan Miranda T. 2015. Vigor benih beberapa varietas jagung pada media tanam tercemar hidrokarbon. J. Floratek 10: 18- 25.
- [13] Puspitojati E. 2009. Produksi biodiesel kasar dari bekatul dengan metode esterifikasi in situ. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian 5(2): 164-194.
- [14] Firdaus, Hasbullah R, Ahmad U, dan Suhartanto MR. 2014. Deteksi cepat viabilitas benih padi menggunakan gelombang *near infrared* dan model jaringan saraf tiruan. J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 33(2): 77-86.

MAKALAH POSTER

**PENINGKATAN DAYA SIMPAN JAGUNG BIMA 19 URI
DENGAN KOMBINASI JENIS KEMASAN DAN RUANG
PENYIMPANAN****Anna Sulistyaningrum dan Ramlah Arief**

Balai Penelitian Tanaman Serealia

Jl. Dr. Ratulangi No 274 Maros

Email: anna.sulistya@gmail.comramlah.arief@yahoo.co.id**ABSTRAK**

Penanganan pascapanen jagung yang tepat akan dapat meningkatkan daya simpan sehingga kualitas jagung dapat dipertahankan. Penggunaan jenis kemasan dan suhu ruang simpan yang tepat akan dapat meningkatkan mutu benih. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh jenis kemasan terhadap mutu fisiologis benih; (2) menentukan suhu ruang penyimpanan yang tepat agar mutu benih tetap terjaga; dan (3) mengetahui kombinasi suhu ruang penyimpanan dan jenis kemasan terhadap mutu benih. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Perlakuan meliputi suhu penyimpanan (S): suhu ruang (S1), suhu AC (S2) dan suhu kulkas (S3); umur simpan (M): 0 bulan (M1) dan 2 bulan (M2), dan jenis kemasan (K): plastik putih buram (K1), plastik bening (K2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih yang disimpan dalam suhu AC (air conditioner) memiliki vigor dan viabilitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan penyimpanan dalam suhu kulkas dan suhu ruang. Benih yang disimpan dalam suhu AC memiliki kandungan asam lemak bebas (ALB) yang terendah dengan nilai 1,001 %, panjang akar tertinggi (14,76 cm), dan kadar air (9,35%). Penggunaan jenis kemasan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai daya hantar listrik (DHL), kecepatan tumbuh, berat kering kecambah, panjang akar dan kandungan ALB. Penggunaan kemasan plastik putih buram memberikan nilai ALB yang terendah (1,108 %) dan nilai DHL sebesar 23,80 uS/cm/g.

Kata kunci: jenis kemasan, suhu penyimpanan, mutu fisiologis, asam lemak bebas (ALB)

1. PENDAHULUAN

Peningkatan mutu benih jagung dilakukan agar benih memiliki vigor maupun viabilitas yang tinggi. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk menjaga mutu benih jagung yaitu dengan penanganan pascapanen jagung dengan tepat. Penyimpanan benih dengan baik, dapat meningkatkan viabilitas maupun vigor benih, sedangkan proses penyimpanan benih yang kurang tepat akan meningkatkan laju kerusakan benih jagung. Kerusakan jagung diawali dengan adanya degradasi nutrisi sehingga berdampak pada rendahnya daya berkecambah benih jagung. Penyimpanan benih merupakan suatu usaha mempertahankan mutu benih sampai benih tersebut ditanam oleh petani. Selama proses penyimpanan, proses deteriorasi dapat terjadi¹, sehingga mutu benih mengalami penurunan.

Vigor benih yang tinggi dicirikan antara lain cepat dan merata tumbuhnya serta mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik². Tahap awal pertumbuhan benih sangat rentan terhadap tekanan fisiologis, infeksi dan kerusakan mekanis, sehingga diperlukan lingkungan yang optimal agar dihasilkan benih dengan vigor yang baik³. Benih secara alami bersifat higroskopis, sehingga kualitas benih sangat dipengaruhi oleh kondisi

lingkungan seperti suhu penyimpanan, kelembaban, cahaya, dan jenis kemasan. Menurut⁴, pemilihan jenis kemasan yang baik harus disesuaikan dengan tipe benih, suhu dan kelembaban ruang simpan, kadar air awal, lama simpan dan tujuan akhir penyimpanan.

Kemasan yang sebaiknya digunakan untuk penyimpanan benih jangka panjang yaitu kemasan yang memiliki porositas rendah sehingga dapat meminimalisir penyerapan air. Menurut hasil penelitian⁵, penyimpanan benih dalam wadah yang kedap air dapat mempertahankan vigor dan daya tumbuh benih serta merupakan penghalang bagi hama dan penyakit benih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk 1) mengetahui pengaruh jenis kemasan terhadap mutu fisiologis benih; (2) menentukan suhu ruang penyimpanan yang tepat agar mutu benih tetap terjaga; dan (3) mengetahui kombinasi suhu ruang penyimpanan dan jenis kemasan terhadap mutu benih.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Benih Balai Penelitian Tanaman Serealia pada bulan Desember 2015 – Maret 2016. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung varietas Bima 19 URI, plastik bening, plastik buram, etanol, aquades, indikator pp dan aluminium foil. Peralatan yang digunakan yaitu germinator, oven, grain moisture tester, *conductivity meter*, buret.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 12 kombinasi perlakuan, diulang 3 kali sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Perlakuan yang dicoba meliputi suhu penyimpanan (S): suhu ruang (S1), suhu AC (S2) dan suhu kulkas (S3); umur simpan (M): 0 bulan (M1) dan 2 bulan (M2), dan jenis kemasan (K): plastik putih buram (K1), plastik bening (K2).

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi:

1. Kadar air
Pengamatan kadar air dilakukan dengan menggunakan digital *moisture tester* Kett PM 400.
2. Daya berkecambah⁶
Benih dihitung sebanyak 50 butir dari setiap ulangan ditanam pada media kertas buram. Pengamatan dilakukan pada hari ke tiga, empat dan lima setelah tanam. Selain untuk pengujian daya berkecambah benih, perlakuan ini juga digunakan untuk tolok ukur kecepatan tumbuh benih. Jumlah kecambah normal pada hari ke 4 (kumulatif), merupakan data keserempakan tumbuh benih.
3. Daya hantar listrik (DHL)
Daya hantar listrik diamati dengan alat *Conductivity Meter*. Benih sebanyak 25 butir diambil secara acak, masing-masing direndam pada air bebas ion selama 24 jam dengan volume air 80 ml di dalam gelas ukur, kemudian diukur pada alat *Conductivity Meter*.

4. Kecepatan Tumbuh Benih

Data diperoleh dari substrat pengujian daya berkecambah benih⁶. Setiap kali pengamatan, jumlah persentase kecambah normal dibagi dengan etmal (24 jam). Nilai etmal kumulatif diperoleh dari saat benih ditanam sampai dengan waktu pengamatan⁶. Rumus yang digunakan adalah:

$$KT = \frac{\sum (X_i - X_{i-1})}{T_i}$$

KT = Kecepatan tumbuh (%/etmal)

X_i = Persentase kecambah normal pada etmal ke i

T_i = waktu pengamatan dalam (etmal)

5. Bobot Kering Kecambah

Akar yang diperoleh pada uji daya tumbuh benih dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 3 x 24 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang.

6. Panjang Akar Primer

Diambil 10 kecambah dari setiap ulangan pada pengujian di rumah kaca. Kemudian diukur panjang akar primernya. Hasil pengukuran dihitung nilai rata-ratanya.

7. Asam lemak bebas

Ditimbang sebanyak 28,2 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Tambahkan 50 ml alkohol netral yang panas dan 2 ml indikator phenolphthalein (PP). Kemudian dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 30 detik. Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % FFA atau sebagai angka asam.

$$\% \text{FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \times \text{berat molekul asam lemak}}{\text{berat contoh} \times 1000} \times 100$$

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis keragamannya melalui uji F pada taraf nyata 5 persen dan apabila menunjukkan keragaman, maka dilanjutkan dengan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dan analisis regresi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan suhu ruang simpan (S), jenis kemasan (K), umur simpan (M), dan interaksinya terhadap variabel pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan suhu ruang simpan (S), jenis kemasan (K), umur simpan (M), serta interaksinya terhadap variabel pengamatan

No	Variabel	Nilai F hitung Perlakuan						
		S	K	M	SxK	SxM	KxM	SxKxM
1	Kadar air	35,06**	0,72 tn	76,88 **	1,50 tn	45,88 **	38,44**	0,001 tn
2	Daya berkecambah	0,24 tn	0,53tn	2,88 tn	0,71 tn	1,59 tn	2,18 tn	0,001 tn
3	DHL	2,19 tn	12,67**	194,69**	1,19 tn	66,00**	100,82**	0,001 tn
4	Kecepatan tumbuh	0,30 tn	9,17*	484,68**	1,25 tn	162,65**	242,85**	0,001 tn
5	Berat kering kecambah	2,99 tn	23,11**	188,77**	8,13**	64,91 **	105,94**	0,001 tn
6	Panjang akar	3,45 tn	9,97**	39,47**	7,71**	16,48**	25,82**	0,001 tn
7	Asam lemak bebas	172369**	26912**	313632**	40743,5**	219457**	170272**	0,001 tn
F tabel 5%/F table 5%		3,98	4,84	4,84	3,98	3,98	3,98	4,84
F tabel 1%/F table 1%		7,21	9,65	9,65	7,21	7,21	7,21	9,65

Keterangan: S: suhu ruang simpan; K: jenis kemasan; M: umur simpan; SxK: interaksi suhu ruang simpan dan jenis kemasan; SxM: interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan; KxM: interaksi jenis kemasan dan umur simpan; SxKxM: interaksi suhu ruang simpan, jenis kemasan dan umur simpan; **: berpengaruh sangat nyata; *: berpengaruh nyata; tn: tidak nyata.

Tabel 2. Hasil analisis uji lanjut pengaruh perlakuan kualitas benih (B) dan suhu ruang simpan (R) terhadap variabel pengamatan

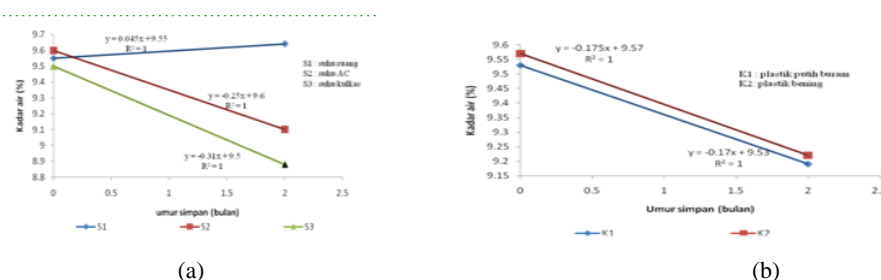
Faktor	Perlakuan	Variabel pengamatan						
		DHL ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$)	ALB (% FFA)	KA (%)	DB (%)	Kectum (%/etmal)	BKkec (g)	PJakar (cm)
Suhu simpan (S)	Suhu ruang (s1)	22,64 tn	1,09 b	9,59 a	98,83 tn	30,69 tn	0,23 b	13,91 b
	Suhu AC (S2)	22,82 tn	1,00 c	9,35 b	98,83 tn	30,80 tn	0,24 ab	14,76 a
	Suhu kulkas (S3)	23,66 tn	1,17 a	9,19 c	98,50 tn	30,84 tn	0,24 a	14,48 ab
Kemasan (K)	Plastik putih buram (K1)	23,89 a	1,11 a	9,36 tn	98,89 tn	31,03 a	0,24 a	13,96 b
	Plastik bening (K2)	22,29 b	1,07 b	9,39 tn	98,56 tn	30,52 b	0,23 b	14,81 a

Keterangan: Kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji DMRT taraf 5%.

DHL: daya hantar listrik; ALB: asam lemak bebas; KA: kadar air; DB: daya berkecambah; Kectum: kecepatan tumbuh; BKkec: berat kering kecambah; PJakar: panjang akar; tn: tidak nyata.

Kadar air

Hasil analisis ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis kemasan (S), umur simpan (M), interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan (SxM), serta interaksi jenis kemasan dan umur simpan (KxM) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air. Grafik interaksi perlakuan suhu ruang simpan dan jenis kemasan terhadap umur simpan disajikan pada Grafik 1.



Gambar 1. (a) Grafik pengaruh interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan terhadap kadar air dan (b) Grafik pengaruh interaksi jenis kemasan dan umur simpan terhadap kadar air

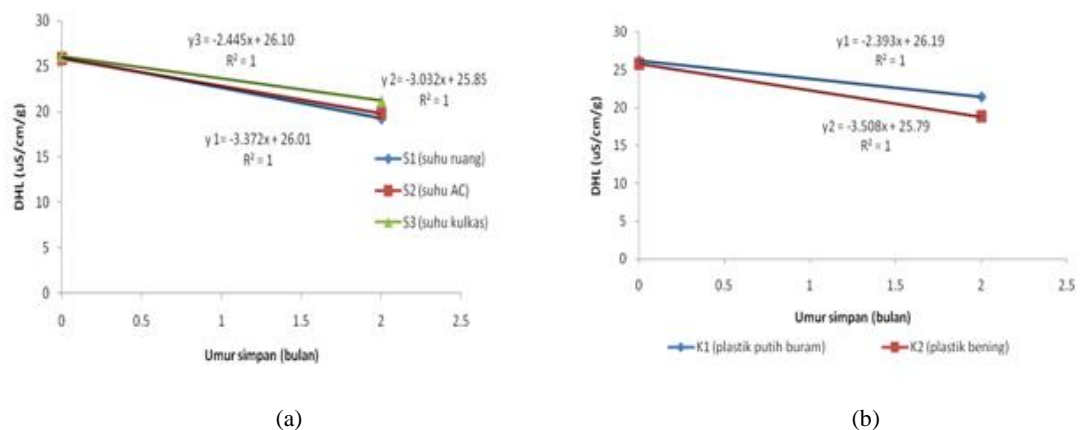
Kadar air dalam suatu bahan sangat mempengaruhi daya simpannya, bahan yang memiliki kadar air rendah akan memiliki umur simpan yang lebih lama. Berdasarkan hasil analisis uji lanjut (Tabel 2) menunjukkan bahwa suhu ruang simpan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap benih jagung. Benih yang disimpan dalam suhu ruang memiliki kadar air yang lebih tinggi yaitu 9,59%, sedangkan dalam suhu AC (9,35%) dan suhu kulkas (9,19%), hal ini juga terlihat dari Grafik 1 (a). Interaksi jenis kemasan dan umur simpan (Grafik 1 b) memperlihatkan bahwa benih yang disimpan dalam plastik bening memiliki kadar air yang lebih tinggi dari pada dalam kemasan plastik putih buram dengan persamaan regresi $y = -0,175x + 9,57$, sedangkan untuk perlakuan mandiri, tidak memberikan pengaruh. Kenaikan kadar air benih terjadi karena benih bersifat higroskopis sehingga kadar air benih akan senantiasa menyesuaikan dengan kelembaban relatif udara di sekitarnya sampai dicapai titik keseimbangan^{7,8}.

Daya berkecambah

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa suhu ruang penyimpanan, jenis kemasan, umur simpan serta interkasinya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya berkecambah benih bima 19 URI. Hal ini menunjukkan bahwa benih tersebut memiliki viabilitas yang baik (lebih dari 90%). bahwa benih bervigor tinggi memiliki kandungan ATP maupun total adenosin fosfat yang lebih tinggi dibanding benih yang sudah turun viabilitasnya. ATP diperlukan untuk biosintesis sel-sel baru, berkurangnya ATP ditunjukkan oleh daya berkecambah dan vigor rendah⁹. Menurut¹⁰, waktu yang diperlukan benih untuk berkecambah sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan tumbuh.

Daya hantar listrik (DHL)

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan suhu ruang simpan tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai DHL dengan nilai rata-rata sebesar 23,04 $\mu\text{S/cm/g}$. Perlakuan jenis kemasan serta interaksi jenis kemasan dengan umur simpan (Grafik 2b), interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan (Grafik 2a) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai DHL.

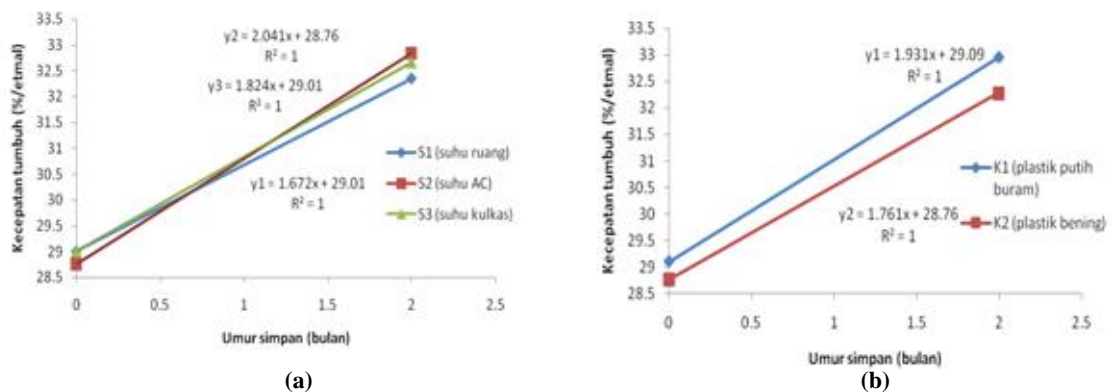


Gambar 2. (a) Grafik pengaruh interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan terhadap daya hantar listrik dan (b) Grafik pengaruh interaksi jenis kemasan dan umur simpan terhadap daya hantar listrik

Berdasarkan grafik diatas, maka dapat terlihat bahwa kemasan plastik putih buram memberikan nilai DHL yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan plastik bening. Meningkatnya nilai DHL menandakan adanya kebocoran benih¹¹. Semakin besar kebocoran benih maka kemungkinan benih untuk tumbuh akan semakin kecil. Hal ini disebabkan benih akan membocorkan bahan-bahan yang dikandungnya. Menurut¹², materi yang dikeluarkan benih pada saat kebocoran antara lain K, Cl, gula, dan asam amino yang merupakan bahan baku pembentukan energi yang akan digunakan dalam proses perkecambahan

Kecepatan tumbuh dan berat kering kecambah

Kecepatan tumbuh merupakan waktu yang diperlukan untuk munculnya radikula atau plumula¹³. Berdasarkan hasil analisis ragam, suhu ruang simpan tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap kecepatan tumbuh sedangkan jenis kemasan memberikan pengaruh yang sangat nyata dengan nilai 31,03 %/etmal.

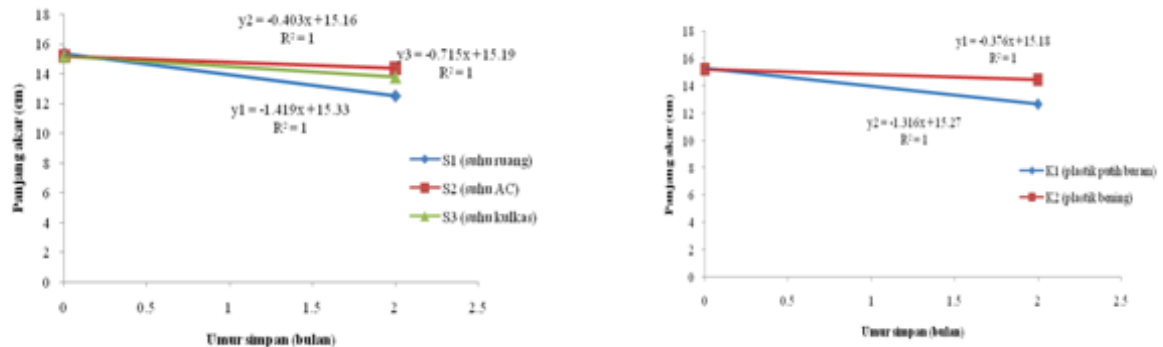


Gambar 3. (a) Grafik pengaruh interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan terhadap kecepatan tumbuh, dan (b) Grafik pengaruh interaksi jenis kemasan dan umur simpan terhadap kecepatan tumbuh

Kecepatan tumbuh kecambah berbanding terbalik dengan nilai DHL, hal ini dapat dilihat dari Grafik 2 dan 3. Semakin meningkat nilai DHL, maka kebocoran ion semakin tinggi, sehingga kecepatan tumbuh benih semakin berkurang. Hal ini dikarenakan cadangan makanan yang digunakan untuk pertumbuhan semakin berkurang. Kecepatan tumbuh berbanding lurus dengan berat kering kecambah, hal ini dapat dilihat bahwa kemasan plastik putih buram memiliki berat kering kecambah lebih besar yaitu 0,24 g dan kecepatan tumbuh 31,03 %/etmal. Menurut¹⁴, selama proses perkecambahan berlangsung, jaringan yang mengandung cadangan makanan karbohidrat, lemak, dan protein akan dihidrolisis dan dirubah menjadi senyawa yang sederhana yang kemudian digunakan untuk pertumbuhan embrio.

Panjang akar primer

Panjang akar primer merupakan indikator penentu vigor benih. Berdasarkan Tabel 1 dan 2 dapat diketahui bahwa benih yang disimpan pada suhu AC memiliki akar primer yang lebih panjang dari pada penyimpanan dalam suhu ruang maupun kulkas dengan nilai 14,76 cm.

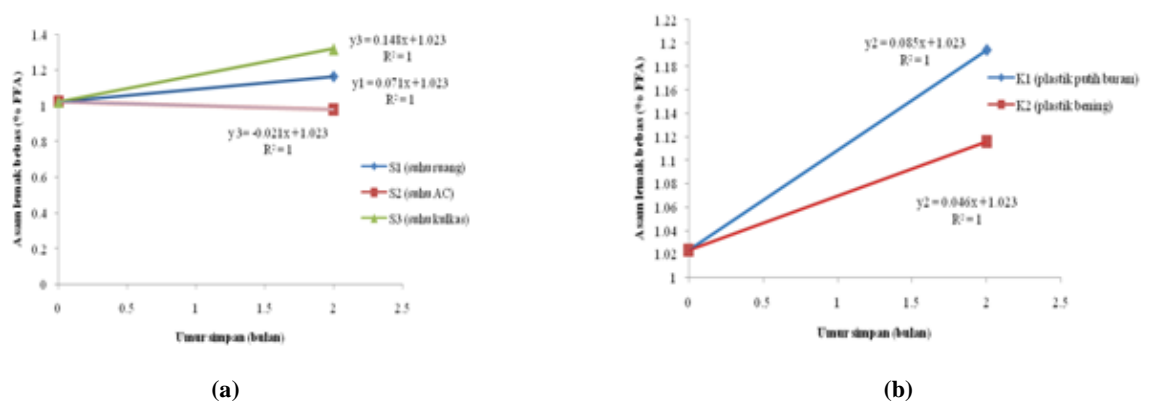


Gambar 4. (a) Grafik pengaruh interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan terhadap panjang akar dan (b) Grafik pengaruh interaksi jenis kemasan dan umur simpan terhadap panjang akar

Berdasarkan Grafik 4 (a) dan (b) dapat terlihat bahwa semakin lama penyimpanan maka panjang akar primer semakin kecil baik pada semua kondisi ruang simpan dan jenis kemasan. Penyimpanan menyebabkan kandungan nutrisi dari jagung terdegradasi sehingga cadangan makanan dalam benih semakin berkurang. Menurut¹⁵, benih yang memiliki perakaran yang panjang diindikasikan bahwa benih tersebut masih mempunyai cadangan makanan yang besar untuk membentuk epikotil dan radikel.

Asam lemak bebas

Kandungan asam lemak bebas pada benih terendah yaitu pada benih yang disimpan pada suhu AC dengan nilai 1,17 % dan dikemas dengan plastik bening dengan nilai 1,07 %. Berdasarkan Grafik 5 diatas maka dapat dilihat bahwa perlakuan suhu AC memiliki kemiringan grafik yang lebih rendah dengan persamaan regresi $y = -0,021x + 1,023$. Hal ini dikarenakan penggunaan suhu yang rendah dapat menurunkan laju reaksi kimia. Selain itu, semakin lama penyimpanan akan menyebabkan kandungan asam lemak bebas pada benih mengalami peningkatan.



Gambar 5. (a) Grafik pengaruh interaksi suhu ruang simpan dan umur simpan terhadap kandungan asam lemak bebas jagung, dan (b) Grafik pengaruh interaksi jenis kemasan dan umur simpan terhadap kandungan asam lemak bebas

Kemasan plastik putih buram memberikan nilai asam lemak bebas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan plastik bening, hal ini disebabkan tingkat porositas dari plastik putih kemungkinan lebih besar sehingga imbibisi air kedalam kemasan lebih besar. Air dalam kemasan akan dapat menghidrolisis trigliserida dalam benih sehingga terbentuk asam lemak bebas dan gliserol oleh aktivitas enzim lipase. Menurut¹⁶, kadar air benih yang tinggi menyebabkan peningkatan aktivitas biokimia benih seperti peningkatan aktivitas enzim hidrolitik¹⁷ yang meningkatkan proses respirasi, peningkatan asam lemak bebas dan terjadinya denaturasi protein¹⁸.

4. KESIMPULAN

1. Penggunaan jenis kemasan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai daya hantar listrik (DHL), kecepatan tumbuh, berat kering kecambah, panjang akar dan kandungan ALB. Penggunaan kemasan plastik putih buram memberikan nilai ALB yang terendah (1,108 %) dan nilai DHL sebesar 23,80 uS/cm/g.
2. Benih yang disimpan dalam suhu AC (air conditioner) memiliki vigor dan viabilitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan penyimpanan dalam suhu kulkas dan suhu ruang. Benih yang disimpan dalam suhu AC memiliki kandungan asam lemak bebas (ALB) yang terendah dengan nilai 1,001 %, panjang akar tertinggi (14,76 cm), dan kadar air (9,35%).
3. Kombinasi suhu ruang dan jenis kemasan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap panjang akar dan kandungan asam lemak bebas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widodo A.a, Soegianto A, dan Sugiharto A.N. 2013. Kajian Mutu Benih Jagung Manis (*Zea Mays* var *Sacharata Sturt*) dalam penyimpanan pada berbagai temperatur dan kadar air. *J. Agriekstensia* 12 (1): 55-66.
- [2] Syafruddin dan Miranda T. 2015. Vigor benih beberapa varietas jagung pada media tanam tercemar hidrokarbon. *J. Floratek* 10: 18- 25.
- [3] Saleh SM. 2004. Pematangan dormansi benih aren secara fisik pada berbagai lama ekstraksi buah. *J. Agrosains* 6: 78–83.
- [4] Waluyo N, Azmi C dan Kirana R. 2014. Pengaruh jenis kemasan terhadap mutu fisiologis benih bawang daun (*allium fistulosum* L.) selama periode simpan. *J. Agrin* 18(2): 148-157.
- [5] Hayati R, Pian ZA, dan Syahril AS. 2011. Pengaruh tingkat kemasakan buah dan cara penyimpanan terhadap viabilitas dan vigor benih kakao. *J. Floratek* 6: 114 – 123.
- [6] AOSA. 1983. Seed vigor testing handbook. The Seed Vigor Test Committee of Association of Official.
- [7] Firmansyah IU, Aqil M, dan Sinuseng Y. 2007. Penanganan Pascapanen Jagung hal 364-385. Dalam *Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*.

- Balai Penelitian Serealia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian RI. Jakarta. 500 hal.
- [8] Saenong S, Azrai M, Arief R, dan Rahmawati. 2007. Pengelolaan Benih Jagung. Hal. 145-174. Dalam Jagung : Teknik Produksi dan Pengembangan. Balai Penelitian Serealia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian RI. Jakarta. 500 hal.
- [9] Tatipata A, Yudono P, Purwantoro A, Mangoendidjojo W. 2004. Kajian aspek fisiologi dan biokimia deteriorasi benih kedelai dalam penyimpanan. J. Ilmu Pertanian 11(2): 76-87.
- [10] Suharsi TK, Surahman M, dan Rahmatani SF. 2013. Pengaruh jarak tanam dan pemangkasan tanaman pada produksi dan mutu benih koro pedang (*Canavalia ensiformis*). J. Ilmu Pertanian Indonesia 18 (3): 172-177.
- [11] Tatipata A. 2008. Pengaruh kadar air awal, kemasan dan lama simpan terhadap protein membran dalam mitokondria benih kedelai. Bul. Agron 36(1): 8 – 16.
- [12] Ningrum GA, Hikam S, dan Timotiwu PB. 2013. Evaluasi viabilitas benih, ketahanan dan pemulihan tanaman empat pedigri inbred jagung yang disimpan lebih dari dua belas bulan. J. Agrotek Tropika 1(1): 14-19.
- [13] Pancaningtyas S, Santoso TI, dan Sudarsianto. 2014. Studi perkecambahan benih kakao melalui metode perendaman. Pelita Perkebunan 30 (3): 190-197.
- [14] Rikumahu V.V, Pongoh J, Paulus J.M. 2012. Perkecambahan benih jagung (*Zea mays* L.) pada berbagai umur panen benih dan kelembaban media tanam. J. Eugenia 18(3): 205-216
- [15] Koes F dan Arief R. 2011. Pengaruh perlakuan matricconditioning terhadap viabilitas dan vigor benih jagung. Prosiding Seminar Nasional Serealia: 548-555.
- [16] Firdaus, Hasbullah R, Ahmad U, dan Suhartanto MR. 2014. Deteksi cepat viabilitas benih padi menggunakan gelombang *near infrared* dan model jaringan saraf tiruan. J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 33(2): 77-86.
- [17] Baharudin, Ilyas S, Suhartono MR, dan Purwantara A. 2010. Pengaruh lama penyimpanan dan perlakuan benih terhadap peningkatan vigor benih kakao hibrida. J. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian 13 (1): 73-84.
- [18] Kapoor N, Arvind A, Mohd S. Asif, Hirdesh K, and Asad A. 2011. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seed of rice (*Oryza sativa* L.). American Journal of Plant Physiology 6(1): 28-35.

MAKALAH POSTER**PENGARUH PUPUK NITROGEN TERHADAP VIGOR BENIH JAGUNG (*Zea mays* L.)****Oom Komalasari dan Ramlah Arief**

Balai Penelitian Tanaman Serealia

Jl. DR. Ratulangi No 274 Maros

Oom_balitsereal07@yahoo.co.idramlah.arief@yahoo.com*Abstrak*

Pemberian pupuk nitrogen pada tanaman jagung ditingkat petani sudah mengalami peningkatan. Pupuk nitrogen memegang peranan sangat penting dalam peningkatan produksi jagung, saat ini penggunaan pupuk pada tanaman jagung belum rasional dan berimbang, petani pada umumnya memberikan pupuk terutama nitrogen sangatlah berlebih mencapai 700 kg/ha. Penggunaan pupuk yang berlebihan, selain akan memperbesar biaya produksi juga akan merusak lingkungan, tanaman jagung dapat meningkat kerusakan akibat serangan hama dan penyakit terutama pada musim hujan, memperpanjang umur, dan tanaman lebih mudah akibat batang dan daun yang berlebihan dari ukuran normal. Pemupukan berimbang merupakan salah satu faktor penting dalam memproduksi benih bermutu. Untuk memperoleh mutu benih yang tinggi, lahan dan hara tanaman dikelola secara optimal sehingga tanaman dapat menghasilkan benih dengan vigor yang tinggi. Ketahanan simpan benih jagung melalui indikator daya hantar listrik air rendaman benih, jagung varietas Lamuru, Sukmaraga, Pioneer-15 dan NK-77 tanaman yang pupuk nitrogen antara 100 hingga 300 kg N/ha¹ tetapi Bisi-2 cukup dipupuk 100-200 kg N/ha¹.

Kata kunci : pupuk, vigor, benih jagung

1. PENDAHULUAN

Tanaman jagung dalam pertumbuhan pada awal sampai masak fisiologis membutuhkan nitrogen sekitar 129 – 180 kg/ha (Halliday dan Trenkel 1992) sedangkan N yang terangkut ke tanaman jagung hingga panen sekitar 129 – 165 kg N/ha dengan tingkat hasil 9,5 t/ha (Barber dan Olson 1968 dalam Halliday dan Trankel 1992). Pupuk nitrogen memegang peranan sangat penting dalam peningkatan produksi jagung. Saat ini penggunaan pupuk pada tanaman belum rasional dan berimbang. Petani pada umumnya memberikan pupuk, teruma N sangatlah berlebih mencapai 700 kg/ha.

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro bagi pertumbuhan tanaman, pupuk nitrogen pada umumnya sangat diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman seperti akar, batang dan daun (Anonim, 1992). Penggunaan pupuk yang berlebihan selain akan memperbesar biaya produksi juga akan merusak lingkungan akibat adanya emisi gas N₂O pada proses amonifikasi, nitrifikasi pupuk, dan denitrifikasi (Wahid *et al.* 2003).

Pemupukan berimbang merupakan salah satu faktor penting dalam memproduksi benih bermutu. Tanaman yang mengalami kelebihan unsur hara akan menghambat tercapainya mutu fisiologis yang optimum, serta mempengaruhi komposisi kimia benih sehingga mutu benih yang dihasilkan berkualitas rendah.

Vigor diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang suboptimal (Sutopo, 2002). Sadjad (1972) vigor ialah kemampuan tumbuh menjadi tanaman normal pada lingkungan optimum termasuk kemampuan bersaing di antara tanaman itu sendiri atau dengan tanaman lainnya. Vigor merupakan derajat kehidupan benih dan diukur berupa benih yang berkecambah, kecepatan perkecambahan, jumlah kecambah normal pada berbagai lingkungan yang memadai, selain itu juga harus diperhatikan semua atribut perkecambahan secara morfologi dan fisiologis yang mempengaruhi kecepatan, keseragaman pertubuhan benih pada berbagai lingkungan, hal ini merupakan tolak ukur ketahanan benih (Kuswanto, 1996).

Indikator untuk menentukan vigor benih antara lain melalui indikasi biokimia dan fisiologisnya. Salah satu indikasi biokimia adalah daya hantar listrik cairan rendaman benih. Pengukuran daya hantar listrik cairan rendaman benih untuk mengukur viabilitas dan vigor benih pertama oleh Osterhout (1992) dalam Mc Donald dan Nelson (1986) yang mengemukakan hubungan antara matinya sel dengan pelepasan elektrolit. Sama halnya dalam AOSA (1983) dengan uji tetrazolium, pengukuran daya hantar listrik cairan rendaman benih telah banyak digunakan dalam pengujian vigor benih (Arief, 2009).

Pengelolaan Hara

Ketepatan pengelolaan hara beragam tergantung pada tingkat kesuburan tanahnya. Mengingat tanaman untuk produksi benih memiliki nilai tinggi, maka pemupukan tanaman perlu diberikan perhatian yang tinggi. Takaran pupuk harus cukup untuk memperoleh hasil yang maksimum.

Secara umum tanaman jagung menyerap 23-34 kg N, 6,5-11 kg P₂O₅ dan 14-42 kg K₂O dari tanah untuk setiap ton biji yang dihasilkan (Dauphin, 1985). Selain ketiga hara makro tersebut, juga terserap hara lainnya, seperti 37 kg Mg, 604 g Mn dan 519 g Zn/ha.

Pupuk nitrogen merupakan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan, nitrogen terdapat sangat sedikit dalam tanah maka agar produksi jagung atau tanaman meningkat digunakan pemupukan. Ketidaktepatan pemberian pupuk N sangat merugikan bagi tanaman dan lingkungan (FFTC, 1994). Secara umum pupuk N dapat meningkatkan produksi jagung. Nitrogen diperlukan oleh tanaman jagung sepanjang pertumbuhannya. Pada awal pertumbuhannya akumulasi N dalam tanaman relatif lambat dan setelah tanaman berumur 4 minggu akumulasi N berlangsung sangat cepat. Pada saat pembungaan (bunga jantan muncul) tanaman jagung telah mengabsorpsi N sebanyak 50% dari seluruh kebutuhannya (Sutoro, *et al*, 1988). Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil jagung yang baik, unsur hara N dalam tanah harus cukup tersedia pada fase pertumbuhan tersebut.

Defisiensi N pada tanaman jagung akan memperlihatkan gejala pertumbuhan yang kerdil dan daun tanaman berwarna hijau kekuning-kuningan yang berbentuk huruf V dari ujung daun menuju tulang daun dan dimulai dari daun bagian bawah. Selain itu tongkol jagung menjadi kecil dan kandungan protein dalam biji rendah. Pemberian pupuk yang tepat selama pertumbuhan tanaman jagung dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Karena sifat

pupuk N yang umumnya mobile, maka untuk mengurangi kehilangan N karena pencucian maupun penguapan, sebaiknya N diberikan secara bertahap. Iskandar *et al.*, (1980) pada lahan tegalan di Bogor menunjukkan bahwa pemberian N sekaligus akan memberikan hasil lebih rendah dari pada pemberian secara bertahap pada takaran yang sama. Strategi pengelolaan pupuk N yang optimal yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga dapat mengurangi kehilangan N dan dapat meningkatkan serapan N oleh tanaman.

Pemupukan Nitrogen pada berbagai Jenis Tanah

Ketepatan pengelolaan hara beragam tergantung pada tingkat kesuburan tanahnya. Mengingat tanaman untuk produksi benih memiliki nilai tinggi, maka pemupukan tanaman perlu diberikan perhatian yang tinggi. Takaran pupuk harus cukup untuk memperoleh hasil yang maksimum. Untuk produksi benih, pertumbuhan tanaman dari suatu kultivar tidak boleh lebih jelek daripada penampilan rata-rata untuk kultivar tersebut (Dahlan, 1992).

Budi daya jagung intensif, termasuk pengolahan tanah sempurna setiap kali penanaman dan pemupukan berat, memacu pertumbuhan tanaman dan hasil jagung, tetapi berakibat pada pengurasan kesuburan hara yang cepat. Tanah lahan pertanian jagung umumnya telah merosot kesuburannya dan membutuhkan pemupukan untuk mendapatkan hasil yang tinggi.

Hasil analisis tanah Inceptisol, Versitol, Entisol, Oxisol, dan Ultisol yang merupakan jenis tanah utama pada sentra pertanian jagung di Sulawesi Selatan menunjukkan kadar nitrogen tanah telah berada di bawah batas kritis, yaitu 0,10% (Fathan *et al.* 1988).

Nitrogen sangat berperan dalam pembentukan protein, makin tinggi kadar protein dalam benih makin tinggi vigor benih di lapang dan berkorelasi sangat nyata dengan vigor tanaman dan hasil yang diperoleh (Lowe *et al.* 1972). Kadar N yang cukup dalam benih menyebabkan benih lebih tahan disimpan (Muqnisyah dan Nakamura 1984). Makin berat bobot benih makin tinggi cadangan energi dalam biji sehingga makin tahan disimpan (Syafuruddin *et al.* 1996).

Pemberian nitrogen meningkatkan secara nyata hasil tanaman jagung. Pada Vertisol Bulukumba dan kapur di Blitar, yang yang tinggi diperoleh dengan pemberian 45 kg/ha, sedangkan pada Entisol Bajeng dan kapur Bojonegoro, hasil jagung yang tinggi diperoleh pada pemberian 90 kg N/ha. Pada Inceptisol Gowa, diperlukan 135 kg N/ha untuk mendapatkan hasil yang tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh takaran nitrogen pada beberapa jenis tanah

Jenis tanah	Takaran N (kg/ha)			
	0	45	90	135
Vertisol Jeneponto	1,28 c	3,02 ab	2,67 b	3,49 a
Entisol bBjeng	2,01 c	2,81 bc	4,24 ab	5,25 a
Inceptisol Gowa	1,40 c	2,72 b	2,80 b	3,62 c
Kapur Blitar	2,97 b	6,26 a	6,20 a	5,57 a
Kapur Bojonegoro	1,82 c	3,17 a	4,31 a	4,67 a

Angka pada baris yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 Duncan
Sumber: Fadhly *et al.* (200), Akil dan faesal (2003), dan faesal dan Akil (2003), Sudaryono (1998)

Hasil penelitian Nanny Riani *et al.* (2003) bobot 100 biji pada tanaman yang dipupuk nyata lebih tinggi dibandingkan tanpa dipupuk. Hasil biji pada tanaman tanpa pupuk adalah 3,14-4,50 t/ha, sedangkan tanpa pupuk hanya 1,14 t/ha. Rata-rata bobot 100 biji tanaman yang dipupuk 37,05-38,89 g dan tanpa pupuk adalah 34,28 g. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas benih jagung di tanah Mediteran di Gowa multak memerlukan pemupukan N, P, dan K hasil tanam tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk N,P,K, dan S tetapi tidak nyata bedanya dengan pemberian N,P, dan K (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil benih dan bobot 100 biji jagung kombinasi pemupukan N,P,K dan S

Kombinasi pupuk	Hasil benih (t.ha)	Bobot 100 biji (g)
NPKS	4,50 a	38,89 a
NPK	4,33 a	37,58 a
NP	3,99 ab	37,89 a
NKS	3,78 ab	37,89 a
NK	3,33 bc	38,37 a
NPS	4,15 a	37,78 a
NS	3,87 ab	37,53 a
N	3,14 c	37,05 a
Tanpa pupuk	1,14 d	34,28 b

*) kadar air 14%

Batas kritis kekurangan N dalam tanah untuk tanaman jagung adalah 0,10% (Fathan *et al.* , 1988), pemberian N sangat menonjol dalam meningkatkan hasil benih, meskipun kadar N tanah di lokasi penelitian 0,16%. Pemberian N saja meningkatkan hasil benih 174%. Hal ini berarti bahwa N merupakan faktor pembatas utama pada tanah Mediteran dengan kadar N hanya 0,16% . Hasil penelitian pada beberapa lokasi di Jawa menunjukkan bahwa N tanah kurang dari 0,4% sangat memerlukan pupuk N untuk peningkatan produktivitas jagung (Sutoro *et al.*1986).

Hasil penelitian Al Icsan Amri (2001) bobot 100 biji kedelai dengan pemberian frekuensi pupuk nitrogen dan fosfor tidak memberikan pengaruh yang nyata, dan hal ini disebabkan ukuran dan bobot 100 biji kering kedelai tergantung pada sifat genetiknya. Sesuai dengan pendapat Gardner dkk (1991) bahwa ukuran biji untuk varietas tertentu relatif konstan, tetapi tekanan yang hebat selama pengisian biji dapat menyebabkan berkurangan nitrogen di daun.

Pemberian frekuensi pupuk nitrogen dan fosfor menunjukkan berbeda tidak nyata terhadap parameter bobot 100 biji kering. Hal ini berkemungkinan bahwa pengaruh genetik lebih besar dibandingkan dengan pengaruh lingkungan baik lingkungan internal maupun eksternal. Berdasarkan hasil pengamatan bobot 100 biji kering kedelai, maka karakteristik ini dikendalikan hanya oleh faktor genetik saja atau faktor lingkungan kurang memberikan kontribusi (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata pengamatan bobot 100 biji kering tanaman kedelai.

Perlakuan	Rata-rata
N3P1	9,90 a
N1P1	9,50 a
N1P3	9,47 a
N2P2	9,20 a

N3P2	9,17 a
N1P2	9,13 a
N2P3	9,10 a
N3P3	9,07 a
KK = 7,54	9,00 a

Menurut hasil penelitian Fahdiana Tabri (2009) pengamatan biji pada kadar air 14% menunjukkan bahwa hasil biji tertinggi diperoleh pada jagung bersari bebas Lamuru dengan perlakuan 130 kg N/ha dan Gumarang pada perlakuan 180 kg N/ha dengan hasil biji 5,88 t/ha. Jagung hibrida Bima 1 dan Pioneer-21 serta jagung bersari bebas Gunarang menunjukkan bahwa semakin tinggi pemupukan N cenderung hasil biji semakin meningkat. Berbeda dengan jagung hibrida Bima-3 dan jagung bersari bebas Lamuru hasil biji meningkat hingga takaran 130 kg N/ha dan naikan takaran menjadi 180 kg N/ha hasil biji cenderung menurun (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil biji (t/ha) pada beberapa varietas dan pemupukan N.

Varietas	Takaran N (kg/ha)			
	30	80	130	180
Bima 1	3,80	3,86	4,17	5,09
Bima 3	3,22	4,43	4,67	4,47
Pioneer 21	2,59	3,95	4,46	5,01
Lamuru	2,83	4,46	5,88	3,74
Gumarang	3,46	4,00	4,50	5,88
Rata-rata	3,18	4,14	4,74	4,86

Pupuk nitrogen di dalam tanah tidak dapat dimanfaatkan seluruhnya oleh tanaman. Lebih dari setengahnya hilang karena menguap menjadi amoniak, nitrifikasi, denitrifikasi atau tercuci oleh air hujan baik vertikal maupun horizontal (Hidayat *et al.* 1994)

Varietas dan Takaran Pupuk Nitrogen Mutu Benih

Benih bermutu merupakan penentu batas atas keberhasilan usahatani, sehingga dalam memproduksi benih perlu perhatian penuh pada aspek pendukung benih bermutu tinggi. Salah satu komponen teknik produksi pra-panen yang erat dengan mutu benih adalah faktor pemupukan terutama pupuk nitrogen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa takaran pupuk nitrogen berpengaruh terhadap berat jenis benih, bobot 1000 butir, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, bobot kering kecambah, panjang akar, daya hantar listrik dan bocoran kalium (Tabel 5). Takaran pupuk nitrogen sebanyak 100 kg N/ha⁻¹ atau sebanyak 217 kg urea ha⁻¹ adalah takaran yang tergolong optimal untuk mencapai parameter benih bermutu tinggi. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian Sirappa (2003) dimana pada pemupukan sebanyak 90 kg N/ha⁻¹ yaitu 90 kg pada tanah typic usthorthents Jeneponto. Pada kondisi N tanah sangat rendah takaran pupuk 100 kg N/ha⁻¹ menghasilkan 7,105 t/ha dan tidak berbeda dengan takaran pupuk 120 kg N/ha⁻¹ dengan hasil 6,975 t/ha.

Benih yang berasal dari tanaman tanpa pemberian nitrogen, selain bobotnya ringan dan ukurannya kecil, juga biji membran selnya kurang kokoh mudah terjadi bocoran membran sehingga, terjadi bocoran N dan daya hantar

listrik yang tinggi. Benih yang baik, berasal dari tanaman yang dipupuk mungkin ikatan N dalam biji terikat kuat satu sama lain, karena pemberian N dapat memacu serapan unsur hara yang lain.

Tabel 5. Varietas dan takaran pupuk N terhadap daya hantar listrik dan bocoran kalium.

Varietas	Takaran pupuk N (bobot kering kecambah (g))			
	0	100	200	300
Lamuru	0,142 c	0,189 b	0,205 a	0,184 b
Sukmaraga	0,151 d	0,185 b	0,165 c	0,220 a
Bisi-2	0,143 d	0,205 a	0,171 c	0,197 b
Pioner-15	0,149 d	0,181 a	0,161 c	0,182 b
NK-77	0,123 d	0,186 b	0,146 c	0,203 a
Varietas	Takaran pupuk N (bocoran N (ppm))			
	0	100	200	300
Lamuru	19,44 a	14,27 c	16,41 b	9,38 d
Sukmaraga	21,21 a	12,56 c	16,14 b	10,89 d
Bisi-2	20,67 a	11,21 c	16,98 b	10,29 d
Pioner-15	23,02 a	13,78 d	16,05 b	14,71 c
NK-77	16,48 b	11,65 d	17,81 a	14,30 c
Varietas	Takaran pupuk N (daya hantar listrik (μ mhos/g/cm ²)			
	0	100	200	300
Lamuru	15,19 a	12,39 b	12,30 b	15,05 a
Sukmaraga	18,27 a	12,32 c	13,78 b	13,16 b
Bisi-2	17,92 a	12,25 c	13,17 b	13,20 b
Pioner-15	22,54 a	16,17 b	16,24 b	13,40 c
NK-77	17,42 a	14,35 b	14,04 b	11,72 c

Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan 5%

Mutu benih dilihat dari nilai daya berkecambah benih yang berasal dari tanaman yang dipupuk hasilnya tidak berbeda nyata dengan yang tidak dipupuk, akan tetapi bahwa mutu benih dari pertanaman yang dipupuk lebih baik dibanding tanpa pupuk., hal ini dicerminkan oleh perbedaan berat kering kecambah yang nyata lebih tinggi, dan daya hantar listrik rendah. Berat kering kecambah dari tanaman yang dipupuk adalah 0,115-0,155 g/tanaman sedangkan yang tidak dipupuk hanya 0,108 g/tanaman, daya hantar listrik 5,76-7,68 μ mos dan 11,2-46,3 ppm P tanaman yang dipupuk sedangkan yang tidak dipupuk masing-masing 10,4 μ mos dan 60,2 ppm P (Tabel 6) Nanny Riani *et al.* (2003).

Tabel 6. Daya berkecambah, berat kering kecambah, daya hantar listrik dan P air rendaman benih jagung kombinasi pemupukan N,P,K, dan S.

Kombinasi pupuk	Daya berkecambah (%)	Berat kering (%)	Daya hantar listrik μ mos	P ppm
NPKS	96,6 tn	0,155 a	6,53 b	17,7 d
NPK	97,5	0,123 b	6,08 b	11,2 d
NP	99,3	0,122 b	5,76 b	31,0 bc
NKS	98,8	0,122 b	7,04 ab	32,1 bc
NK	98,8	0,133 c	6,40 b	21,2 bd
NPS	98,7	0,129 b	7,36 ab	23,8 cd
NS	99,7	0,117 bc	7,68 ab	24,2 cd
N	97,1	0,115 bc	6,72 ab	46,3 b
Tanpa pupuk	97	0,108 d	10,4 a	60,2 a

Menurut hasil penelitian Nanny Riani *et al.* (1997) bobot 100 butir biji tanpa pupuk menghasilkan biji berukuran kecil 21,96 g, dibanding pemupukan 90

kg (22,82 g). Sedangkan hasil penelitian Arief (2004) benih berukuran kecil berproduksi rendah dan memiliki daya hantar listrik tinggi 22,6 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$. Benih berukuran biji besar berproduksi tinggi dan berdaya hantar listrik yang rendah 16,78 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$ (Arief, 2004). Benih yang bermutu tinggi memiliki daya hantar listrik rendah.

Hasil penelitian Oom Komalasari (2005) varietas Lamuru memiliki takaran 100 kg N/ha⁻¹ (222 kg urea/ha) terbaik untuk menghasilkan bobot 1000 butir tertinggi. Varietas Sukmaraga, Bisi-2, Pioneer-15 dan NK-77 dengan takaran 300 kg N/ha⁻¹ (666 kg urea/ha) menghasilkan bobot 1000 butir tertinggi (Tabel 7). Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Fadhly *et al.* (1993) bahwa pemberian 200 kg urea, 250 kg urea, dan 300 kg urea per hektar tidak meningkatkan komponen hasil jagung seperti bobot biji karena tanaman mengalami cekaman kekeringan akibat curah hujan yang sangat minim.

Tabel 7. Varietas dan takaran pupuk N terhadap bobot 1000 butir

Varietas	Takaran pupuk N (g)			
	0	100	200	300
Lamuru	199,44 b	260,23 ab	267,68 a	266,90 a
Sukmaraga	194,36 c	260,02 b	268,98 b	277,89 a
Bisi-2	194,18 d	229,38 c	256,93 b	274,38 a
Pioneer-15	168,95 c	246,04 b	246,46 b	254,16 a
NK-77	208,44 d	235,59 b	229,54 c	285,32 a

Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan %

Pemupukan N meningkatkan bobot 1000 butir, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sudaryono *et al.* (1989), bahwa kehilangan hasil tanaman jagung tanpa pupuk N dapat mencapai 69,1% dibandingkan dengan pemberian pupuk nitrogen. Demikian pula pernyataan Subagio *et al.* (1989) bahwa terjadi kehilangan hasil pada varietas Arjuna tanpa pupuk nitrogen dapat mencapai 42,5%.

2. KESIMPULAN

Pemberian pupuk nitrogen pada tanaman jagung sesuai dengan takaran yang dibutuhkan setiap varietas untuk menghasilkan benih bermutu tinggi dan tahan disimpan, varietas Lamuru, Sukmaraga, Pioneer-15 dan Nk-77 membutuhkan pupuk nitrogen 100 hingga 300 kg N/ha⁻¹ tetapi Bisi-2 cukup dipupuk 100-200 kg N/ha⁻¹.

3. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim 1992. Rekombinasi Dosis Pupuk NPK dan cara Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis.
- [2] AOSA. 1993. Seed Vigor testing Nandbook. Prepered by the Seed Vigor Test Committee of the Association of Official Seed Analys Contribution.
- [3] Al Ichsan Amri. 2001. Frekuiensi Pemberian Pupuk N dan K dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L.) Merrill) pada tTanah Gambut. Jurnal Stigma volume X1 No 3.

- [4] Dahlan, M. 1992. Pembentukan dan Penyediaan Benih Jagung Hibrida. Dalam Risalah Lokakarya Produksi Benih Jagung Hibrida. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. Malang. P.1-13.
- [5] Dauphin, F. 1985. Nurieat Requirement of high Yielding Maize. In Potassium in the Agricultural Systems of the Humid Tropics. Prosseding of the 19th Colloquium of the International Potash Institute. Bangkok. P.265-275.
- [6] Fathan, R., M. Rahardjo dan A.K. Makarim. 1988. Hara Tanaman Jagung. Dalam Subandi, M . Syam dan A. Widjono (ed) Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. P.67-80.
- [7] FFTC (Food and Feertilizier Technology Center). 1994. Fertilizier Use and Sustainable Food Production. Food and Fertilizier Technology Center for The Asian and Pasific Center Region. Taipe. Taiwan. FFTC. Newsletter 104 (june 1994). 4-5.
- [8] Fahdiana Tabri. 2009. EffesienPemupukan Nitrogen pada beberapa Varietas Jagung di Gowa Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Serealia,Maros 27-28 Juni 2010.
- [9] Halliday. D.J. dan M.E. Trankel. 1992. I. FA World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association. Paris.
- [10]Hidayat, A., T. Fujimoto dan Ismunadji. 1994. Perilaku Nitrogen pada Tanah Kering. Penelitian Pertanian. 4(1):35-39.
- [11]Iskandar, S. dan A. Kodir. 1980. Pengaruh Waktu Pemberian N Terhadap Hasil Jagung *dalam* Penelitian dan Teknologi Peningkatan Produksi Jagung di Indonesia. Puslitbangtan Bogor.
- [12]Kuswanto. 1996. Dasar-dasar teknologi, Produksi, dan sertifikasi Benih., Andi Yogyakarta.
- [13]Lowe, L.B., G.S. Ayers and S.K. Ries. 1972. Relationships of seed protein and amino acid composition to seedling vigor and yield of wheat. Agro.1.64:638-642.
- [14]Muqnisyah, W.Q. and S. Nakamura. 1984. Vigor of soybean seed produce from different nitrogen and phosphorus fertilizer application. Seed Sci. And Tech. 12:475-482.
- [15]Nanny Riani, Syafruddin, Sania Saenong, dan Rosmalasari. 2003. Produksi dan Mutu Benih Jagung (*Zea mays* L.) pada berbagai Kombinasi Pemupukkan N,P,K, dan S. Jurnal Stigma volume X1 No. 3

-
- [16]Oom Komalasari. 2005. Pengaruh Kualitas Biji pada berbagai Taraf Pemupukan Nitrogen dan Periode Simpan terhadap Vigor Benih Jagung (*Zea mays* L.) Magister Sains Tesis . UNHAS
 - [17]Ramlah Arief. 2004. Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea mays* L.) CV. Lamuru dan Ukuran Biji dan Umur Simpan yang berbeda. Magister Sains Tesis . UNHAS.
 - [18]Ramlah Arief. 2009. Bocoran Kalium Sebagai Indikator Vigor Benih Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
 - [19]Sadjad. 1972. Kertas Merang Untuk Uji Viabilitas Benih Di Indonesia. Disertasi Doktor Fakultas Pertanian. IPB. P.181.
 - [20]Sirappa, M.P. 2003. Penentuan Batas Kritis dan Dosis pemupukan untuk Tanaman Jagung Di Lahan Kering pada Tanah Type Usthorhents. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan vol 3: 25-37.
 - [21]Subagio, H., M. Dahlan, Surdayono, dan C. Ismail. 1989. Telaah Faktor Pembatas Hasil Jagung di Lahan Kapur. Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balittan Malang. 20-21 Maret 1989. 24.
 - [22]Surdayono, Suwono, S. Lulus, dan M. Sudarjo. 1989. Pemupukan Berimbang (N,P,K,S) pada Tanaman Jagung di Tanam Vertisol KP. Ngale. Risalah Seminar Hasil penelitian Tanaman Pangan. Balittan Malang. 20-21 Maret 1989. 89.
 - [23]Sutopo, Lita, 2002. Teknologi Benih. Fakultas Pertanian Unbraw, PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
 - [24]Sutoro, L. Soemadireja dan Y. Sulaeman. 1986. Tanggapan Hasil Jagung pada beberapa tingkat kesuburan Tanah. Seminar Hasil Penelitian Balittan Bogor. hal.1-6.
 - [25]Syafuruddin, Nanny Riani, Sania Saenong. 1996. Pengaruh Tingkat Pemupukan (NPKS) terhadap Vigor dan Ketahanan Simpan Benih Jagung. Hasil-hasil Penelitian 1996.
 - [26]Syafuruddin, Nanny Riani, Sania Saenong. 1997. Pengaruh Tingkat Pemupukan (N,P, K, dan S) terhadap Vigor dan Ketahanan Simpan Benih Jagung. Laporan sementara Hasil Penelitian Balitjas (belum diterbitkan).
 - [27]Wahid, A.S. 2003. Peningkatan efesiensi Pupuk Nitrogen Pada Padi Sawah Dengan Metode Bagan Warna Daun. Jurnal Litbang Pertanian. P. 157.

MAKALAH POSTER

PEMANFAATAN PUPUK HAYATI UNTUK MENGURANGI PENGGUNAAN PUPUK ANORGANIK PADA BUDIDAYA TANAMAN JAGUNG

Fahdiana Tabri dan M. Akil,
Balai Penelitian Tanaman Serealia
DR.Ratulangi, Maros
fahdiana_tabri@yahoo.co.id

Abstrak.

Peningkatan pemakaian pupuk buatan pada budidaya tanaman jagung ditengarai makin kurang efektif dan efisien, serta mengakibatkan dampak yang kurang menguntungkan terhadap kesehatan tanah. Mengingat hal tersebut, makin disadari pemanfaatan pupuk hayati yang dapat mengurangi pemakaian pupuk anorganik. Penelitian dilaksanakan di lahan petani dari bulan Mei - September 2014 di kampung Bonto Beru, kecamatan Bontonompo, kabupaten Gowa, provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan masing-masing perlakuan diulang empat kali. Perlakuan pupuk hayati adalah: Beyonic, Bio Padjar, Probio-New, Super Biost, Bion-UP, Bio-SRF dan Agrifit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk hayati yang dapat mengurangi pemakaian pupuk an organik hingga 50% dan memberikan hasil lebih tinggi dari pupuk rekomendasi adalah Beyonic, Agrifit, Bion-UP, Probio-New dan Super Biost. Pupuk hayati Bio Padjar dapat mengurangi pemakaian pupuk urea dan SP-36 hingga 25%.

Kata Kunci: Pupuk hayati, pupuk an organik, budidaya tanaman jagung.

1. PENDAHULUAN

Pupuk hayati atau *biofertilizer* adalah pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diaplikasikan pada benih, permukaan tanaman atau tanah akan mendorong pertumbuhan tanaman dengan meningkatnya pasokan hara utama bagi tanaman. Menurunnya tingkat kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk anorganik berlebihan dan terus menerus merupakan masalah yang harus segera ditanggulangi. Efisiensi pemupukan anorganik berlebihan menjadi rendah sehingga diperlukan upaya peningkatan efisiensi pemupukan dan penggunaan pupuk yang ramah lingkungan.

Aplikasi pupuk anorganik yang berlebih dan terus menerus dapat membawa dampak negatif terhadap kesehatan tanah dan lingkungan. Oleh karena itu untuk mengurangi dampak tersebut, penggunaan pupuk organik yang mengandung mikroba (pupuk hayati) dapat dijadikan sebagai alternatif untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Peningkatan produktivitas tanaman jagung pada lahan kering dapat dilakukan melalui kombinasi penerapan teknologi, khususnya penggunaan varietas unggul efisien hara, praktek pemupukan rasional yang berimbang dan perluasan areal tanam (Moelyohadi *et al.* 2012). Namun terjadinya pengurangan subsidi pupuk pada tahun 1998 mengakibatkan terjadinya kelangkaan pupuk tunggal di lapangan, harga pupuk semakin meningkat, suplai dan distribusi pupuk yang tidak merata antar wilayah dan munculnya jenis atau formula pupuk baru yang belum diketahui mutu, efektivitas dan tingkat efisiensinya. Disamping itu, peningkatan pemakaian pupuk buatan ditengarai makin kurang efektif dan efisien serta mengakibatkan dampak yang kurang menguntungkan terhadap kesehatan

tanah. Mengingat hal tersebut, makin disadari pentingnya pemanfaatan bahan organik dan pupuk hayati dalam pengelolaan hara tanah (Munandar *et al.* 2009) dalam budidaya tanaman jagung. Tujuan penelitian untuk mengetahui pemanfaatan pupuk hayati dalam mengurangi pemakaian pupuk anorganik pada budidaya tanaman jagung.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian pemanfaatan pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung dilaksanakan pada lahan sawah tadah hujan di kampung Bonto Beru, desa Kalaserena, kecamatan Bontonompo, kabupaten Gowa, provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 8 Mei hingga 20 Agustus 2014. Varietas jagung yang digunakan adalah hibrida Bima 19 URI. Perlakuan terdiri dari perlakuan tanpa pupuk sebagai kontrol, rekomendasi (500 urea +100 SP36 +100KCl) kg/ha, dan 7 perlakuan pupuk hayati. Pupuk hayati yang digunakan adalah Beyonic (LIPI), Bio-Padjar (Unpad), Probio-New (IPB), Super Biost (IPB), Bion-UP (Unpad), Bio-SRF (BPPT) dan Agrifit (Badan Litbang Pertanian). Pengaturan tanaman dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm, 1 tanaman per lubang (populasi 66.666 tanaman /ha). Lahan disiapkan dengan sistem olah tanah sempurna. Gulma pra tumbuh disemprot herbisida paraquat dengan takaran 4 l/ha. Ukuran petak adalah 6 m x 4 m. Sebelum tanam benih dicampur dengan saromil untuk mencegah penyakit bulai dengan takaran 2,5 g/kg benih atau disesuaikan dengan cara aplikasi dari pupuk hayati yang diteliti. Hama dikendalikan dengan furadan 3G yang diberikan pada saat tanam melalui lubang tanaman dan saat tanaman berumur 15 hari setelah tanam (hst) yang diberikan melalui pucuk daun tanaman dengan takaran masing-masing 5 kg/ha.

Tabel 1. Perlakuan pemanfaatan pupuk hayati pada tanaman jagung di Bonto Beru, Bontonompo, Gowa, Sulawesi Selatan 2014

No	Perlakuan	Dosis Pupuk Hayati	Pupuk Anorganik (kg/ha)		
			Urea	SP-36	KCl
1	Tanpa pupuk (kontrol)	-	0	0	0
2	Dosis rekomendasi	-	500	100	100
3	Beyonic+ (LIPI)	5 kg BioVan/ha (benih) dan 500 ml Bioplus 15 L Starmik/ha (3 kali @ 5 L: 1 MST, 3MST, 5 MST (25 cc/L air)	250	50	50
4	Bio-Padjar (Unpad*)	400 g/ha (15 g/kg benih, +20 kg pupuk kandang)	375	75	100
5	Probio-New (IPB)	15 L/ha, (20cc/l air 2 MST, 40cc/l air 6 MST dan 20cc/l air 8 MST)	250	50	50
6	Super BIOST (IPB)	50 kg/ha (25 kg/ha pemupukan I, 25 kg/ha pemupukan II)	250	50	50
7	Bion-UP (Unpad)	50 kg/ha, 2kg/15 kg benih (1 ha)	250	50	50
8	Bio-SRF (BPPT)	100 kg/ha (50 kg pemupukan I, 50 kg pemupukan II)	250	50	50
9	Agrifit (Badan Litbang Pertanian)	1 kg/ha (600 g pemupukan I, 400 g pemupukan II)	250	50	50

*) Direkomendasikan dapat mengurangi pemakaian pupuk urea dan SP-36 hingga 25%

Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok dengan 4 ulangan.

Pengairan tanaman dilakukan setiap interval 10 hari. Seluruh takaran pupuk P, $\frac{1}{2}$ takaran N dan $\frac{1}{2}$ takaran K diberikan pada umur 10 hst. Sisa takaran N dan K diberikan pada umur 30 hst. Pemberian pupuk dilakukan secara tugal sekitar 5-7 cm dari tanaman. Takaran pupuk hayati dan cara aplikasi dilakukan sesuai dengan SOP masing-masing produk pupuk hayati (Tabel 1).

Analisis contoh tanah lokasi penelitian dilakukan di Balitsereal, Maros. Contoh tanah untuk analisis tanah diambil sebelum memulai penelitian untuk mengetahui tekstur tanah, pH, C-organik kandungan N total, P tersedia, K_{dd} , Ca_{dd} , Mg_{dd} , Fe_{dd} , Mn_{dd} , Al_{dd} , H_{dd} dan KTK. Data yang dikumpulkan meliputi: unit klorofil daun dilakukan pada saat 40 hst dan 56 hst, analisis kadar N, P dan K jaringan daun (%) pada saat primordia (vegetatif puncak, 56 hst), tinggi tanaman (cm) dan tinggi tongkol (cm) pada saat 60 hst. Pada saat panen dilakukan pengamatan: panjang tongkol (cm), diameter tongkol (cm), jumlah baris biji, jumlah biji/baris, bobot 100 biji (g) dan hasil biji kering (t/ha) pada kadar air 15%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Tanah

Berdasarkan Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia yang dibuat oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (2000), jenis tanah lokasi penelitian di kampung Bonto Beru, desa Kalaserena, kecamatan Bontonompo, kabupaten Gowa, provinsi Sulawesi Selatan adalah Inceptisol. Tanah Inceptisol sangat potensial untuk pertanian tanaman pangan seperti jagung (Subagyo *et al.* 2000).

Hasil analisis tanah lokasi penelitian yang diambil sebelum pelaksanaan penelitian menunjukkan bahwa tekstur tanah adalah lempung berdebu, pH agak masam, kandungan bahan organik tergolong rendah, kadar nitrogen tanah sangat rendah, kadar P sangat rendah dan kadar K sedang (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis tanah, kampung Bonto Beru, Bontonompo, Gowa, Sulawesi Selatan, 2014

Macam Penetapan	Nilai	Kriteria
Tekstur :		Lempung berdebu
Liat (%)	23	
Debu (%)	66	
Pasir (%)	11	
pH H₂O (1 : 2,5)	5,70	Agak masam
pH KCl (1 : 2,5)	5,10	
C- Organik (%)	1,02	Rendah
N-Total (%)	0,12	Rendah
C/N	8,5	
P-Bray I (ppm)	4,16	Sangat rendah
K_{dd} (me/100 g)	0,63	Sedang
C_{add} (me/100g)	11,98	Tinggi
Mg_{dd}(me/100g)	9,62	Sangat tinggi
N_{add} (me/100g)	1,26	Sangat tinggi
Al_{dd}(me/100 g)	ttu	Tidak terukur
H⁺ (me/100 g)	0,10	Sangat rendah
Nilai Tukar Kation (me/100 g)	14,37	Rendah
Kejenuhan Basa (%)	163,47	Sangat tinggi

Klorofil Daun

Analisis sidik ragam klorofil daun pada umur 40 hst dan 56 hst menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap unit klorofil daun saat umur 40 hst dan 60 hst. Pengamatan unit klorofil daun pada saat 40 hst dan 56 hst menunjukkan bahwa tanaman yang tanpa pupuk, klorofil daunnya rendah yaitu 33,4 unit pada saat 40 hst dan 40,7 unit saat 56 hst (Tabel 3). Tanaman yang diberikan pupuk hayati klorofil daunnya berkisar antara 44,1 – 48,9 unit saat 40 hst dan 51,9 – 54,6 unit saat 56 hst. (Tabel 3)

Tabel 3. Unit klorofil daun, penelitian pemanfaatan pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung, Bonto Beru, Bontonompo, Gowa, Sulawesi Selatan. 2014

No	Perlakuan	Pupuk Anorganik (kg/ha)			Klorofil daun (unit)	
		Urea	SP-36	KCl	40 hst	56 hst
1	Tanpa pupuk (kontrol)	0	0	0	33,4 c	40,7 b
2	Dosis rekomendasi	500	100	100	48,9 ab	54,1 a
3	Beyonic+	250	50	50	46,6 ab	52,8 a
4	Bio-Padjar	375	75	100	47,6 ab	53,9 a
5	PROBIO-New	250	50	50	44,1 b	54,6 a
6	Super BIOST	250	50	50	45,2 b	51,9 a
7	Bion-UP	250	50	50	47,8 ab	52,1 a
8	Bio-SRF	250	50	50	45,4 ab	55,2 a
9	Agrifit	250	50	50	48,9 a	54,2 a
KK (%)					6,7	5,9

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan.

Data klorofil daun saat 56 hst menunjukkan bahwa pupuk hayati memberikan klorofil daun yang lebih tinggi dari perlakuan rekomendasi (54,1 unit) adalah Bio-SRF (55,2 unit), Probio-New (54,6 unit) dan Agrifit (54,2 unit). Menurut Effendi *et al.* (2012), nilai kritis kecukupan N pada tanaman jagung saat V12 adalah ≤ 51 unit. Berdasarkan hal tersebut maka semua perlakuan pupuk hayati yang dicobakan berada diatas nilai kritis pada saat 56 hst, artinya tanaman jagung berada dalam kecukupan hara N.

Klorofil daun yang diukur dengan menggunakan SPAD berkorelasi positif dan sangat nyata terhadap kandungan klorofil daun yang ditetapkan secara destruktif (Syafuddin *et al.* 2008). Menurut Argenta *et al.* (2004), serta Mac Kown and Sutton (1998), pengukuran klorofil daun secara destruktif berkorelasi positif nyata dengan kadar N daun. Klorofil daun adalah salah satu faktor untuk menentukan status N daun (Peterson *et al.* 1996). Nilai SPAD cukup akurat untuk mengukur tingkat kecukupan hara N pada tanaman padi, gandum, sorgum dan kapas (Turner and Jund 1991, Francis and Piekielek 1996, and Waskom *et al.* 1996).

Kadar N, P dan K Daun

Analisis sidik ragam terhadap kadar N, P dan K daun pada saat 56 hst menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar N, P dan K daun jagung hibrida Bima 19 URI (Tabel 4).

Kadar N daun saat 56 hst yang tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati Bio-Padjar (2,19%) dan yang terendah adalah perlakuan tanpa pupuk (1,89%). Kadar P jaringan daun saat 56 hst yang tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati Beyonic+ (0,43%) dan yang terendah adalah Super Biost dan Agrifit yaitu 0,38%. Sedangkan, kadar K jaringan daun saat 56 hst, perlakuan pupuk hayati yang tertinggi adalah Bio-SRF (2,76%) dan perlakuan pupuk hayati yang terendah adalah Bio-Padjar (2,44%)

Tabel 4. Kadar N, P dan K daun, penelitian pemanfaatan pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung, Bonto Beru, Bontonompo, Gowa, Sulawesi Selatan. 2014

No	Perlakuan	Pupuk Anorganik (kg/ha)			Kadar daun (%)		
		Urea	SP-36	KCl	N	P	K
1	Tanpa pupuk (kontrol)	0	0	0	1,89 tn	0,41 tn	2,47 tn
2	Dosis rekomendasi	500	100	100	1,99	0,42	2,59
3	Beyonic+	250	50	50	2,04	0,43	2,57
4	Bio-Padjar	375	75	100	2,19	0,40	2,44
5	PROBIO-New	250	50	50	2,10	0,42	2,60
6	Super BIOST	250	50	50	2,05	0,38	2,67
7	Bion-UP	250	50	50	2,04	0,42	2,62
8	Bio-SRF	250	50	50	1,98	0,39	2,76
9	Agrifit	250	50	50	1,99	0,38	2,51
KK (%)					9,3	7,2	11,8

tn = tidak nyata

Tinggi Tanaman dan Tinggi Tongkol

Analisis sidik ragam tinggi tanaman pada umur 60 hst menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 40 hst. Tanaman yang tidak diberi pupuk, tinggi tanamannya yang terendah yaitu 204,4 cm, sedangkan tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk hayati, tinggi tanamannya berkisar 220,9 – 232,9 cm (Tabel 5). Tanaman yang tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati Bio-SRF yaitu 232,9 cm.

Analisis sidik ragam tinggi tongkol dari permukaan tanah pada umur 60 hst menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tongkol pada umur 60 hst (Tabel 5). Nampaknya tinggi tongkol tidak dipengaruhi oleh perlakuan pemberian pupuk anorganik maupun pupuk hayati.

Hasil Biji dan Bobot 100 biji

Analisis sidik ragam pengamatan hasil biji pada kadar air 15% menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap hasil biji (Tabel 6). Tanpa pemberian pupuk, hasil biji yang diperoleh yaitu 4,27 t/ha, sedangkan perlakuan pupuk hayati, hasil biji yang diperoleh berkisar antara 7,72 – 8,96 t/ha.

Hasil biji tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati Beyonic+ yakni sebesar 8,96 t/ha, sedangkan dosis rekomendasi diperoleh hasil 8,40 t/ha. Pupuk hayati yang memberikan hasil lebih tinggi dari dosis rekomendasi yaitu Beyonic (8,96 t/ha), Agrifit (8,59 t/ha), Bion-UP (8,55 t/ha), Bio Padjar (8,52 t/ha), Probio-New dan Bio-SRF (8,42 t/ha). Pupuk hayati Super BIOST dengan hasil biji 8,28 t/ha lebih rendah dari dosis rekomendasi, tetapi secara statistik tidak berbeda nyata.

Tabel 5. Tinggi tanaman dan tinggi tongkol, penelitian pemanfaatan pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung, Bonto Beru, Bontonompo Gowa, Sulawesi Selatan. 2014

No	Perlakuan	Pupuk Anorganik (kg/ha)			Tinggi Tanaman 60 hst (cm)	Tinggi Tongkol 60 hst (cm)
		Urea	SP36	KCl		
1	Tanpa pupuk	0	0	0	204,4 b	102,9 tn
2	Dosis rekomendasi	500	100	100	230,2 a	106,2
3	Beyonic+	250	50	50	229,6 a	104,6
4	Bio-Padjar	375	75	100	229,4 a	103,6
5	Probio-New	250	50	50	220,9 a	104,0
6	Super BIOST	250	50	50	230,0 a	108,4
7	Bion-UP	250	50	50	225,0 a	105,9
8	Bio-SRF	250	50	50	232,9 a	106,6
9	AgriFit	250	50	50	224,9 a	106,8
KK (%)					4,2	4,2

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan.

tn = tidak nyata

Tabel 6. Hasil biji dan bobot 100 biji, penelitian pemanfaatan pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung, Bonto Beru, Bontonompo, Gowa, Sulawesi Selatan. 2014

No	Perlakuan	Pupuk Anorganik (kg/ha)			Hasil biji (T/Ha)	Bobot 100 biji (g)
		Urea	SP-36	KCl		
1	Tanpa pupuk	0	0	0	4,27 b	26,3 c
2	Dosis rekomendasi	500	100	100	8,40 a	31,8 b
3	Beyonic+	250	50	50	8,96 a	34,5 a
4	Bio-Padjar	375	75	100	8,52 a	31,9 b
5	Probio-New	250	50	50	8,42 a	31,2 b
6	Super BIOST	250	50	50	8,28 a	31,9 b
7	Bion-UP	250	50	50	8,55 a	32,4 ab
8	Bio-SRF	250	50	50	8,42 a	31,7 b
9	AgriFit	250	50	50	8,59 a	32,6 ab
KK (%)					9,3	4,5

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan.

Analisis sidik ragam pengamatan bobot 100 biji pada kadar air 15% menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap bobot 100l biji (Tabel 6). Tanpa pemberian pupuk, bobot 100 biji yang diperoleh yaitu 26,3 g, sedangkan perlakuan pupuk hayati, bobot 100 biji yang diperoleh berkisar antara 31,2 g – 34,5 g. Bobot 100 biji tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati Beyonic+ yakni sebesar 34,5 g, sedangkan dosis rekomendasi diperoleh bobot 31,8 g,

Panjang Tongkol dan Diameter Tongkol

Analisis sidik ragam panjang tongkol menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap panjang tongkol (Tabel 7). Tanpa pemberian pupuk, panjang tongkol yang diperoleh yaitu 14,3 cm, sedangkan perlakuan pupuk hayati, panjang tongkol yang diperoleh berkisar antara 16,9 cm – 19,3 cm. Panjang tongkol tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati Beyonic+ yakni 19,3 cm, sedangkan perlakuan rekomendasi diperoleh panjang tongkol 19,2 cm..

Tabel 7. Panjang tongkol dan diameter tongkol penelitian pemanfaatan pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung, Bonto Beru, Bontonompo, Gowa, Sulawesi Selatan. 2014

No	Perlakuan	Pupuk Anorganik (kg/ha)			Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)
		Urea	SP-36	KCl		
1	Tanpa pupuk	0	0	0	14,3 c	4,5 b
2	Dosis rekomendasi	500	100	100	19,2 a	5,1 a
3	Beyonic+	250	50	50	19,3 a	5,2 a
4	Bio-Padjar	375	75	100	17,0 b	5,1 a
5	Probio-New	250	50	50	17,3 b	4,9 a
6	Super BIOST	250	50	50	19,2 a	5,1 a
7	Bion-UP	250	50	50	18,2 ab	4,9 a
8	Bio-SRF	250	50	50	17,2 ab	4,9 a
9	Agrifit	250	50	50	16,9 ab	4,9 a
KK (%)					10,3	4,2

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan.

Analisis sidik ragam diameter tongkol menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap diameter tongkol (Tabel 7). Tanpa pemberian pupuk, diameter tongkol yang diperoleh yaitu 4,5 cm, sedangkan perlakuan pupuk hayati, hasil biji yang diperoleh berkisar antara 4,9 cm – 5,2 cm. Diameter tongkol yang tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati Beyonic+ yakni sebesar 5,2 cm, sedangkan perlakuan rekomendasi diperoleh panjang tongkol 5,1 cm. Pemberian pupuk hayati dengan mengurangi dosis rekomendasi hingga 50% memberikan hasil diameter tongkol yang tidak berbeda nyata.

Jumlah Baris Biji dan Jumlah Biji/Baris

Analisis sidik ragam jumlah baris biji (Tabel 8) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap jumlah baris biji. Tanpa pemberian pupuk, jumlah baris biji yang diperoleh yaitu 13,0. Pemberian pupuk hayati memberikan jumlah baris antara 13,5 – 14,1.

Tabel 8. Jumlah baris dan jumlah biji/baris penelitian pemanfaatan pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung, Bonto Beru, Bontonompo Gowa, Sulawesi Selatan. 2014

No	Perlakuan	Pupuk Anorganik (kg/ha)			Jumlah baris	Jumlah biji/baris
		Urea	SP-36	KCl		
1	Tanpa pupuk	0	0	0	13,0 b	22,0 b
2	Dosis rekomendasi	500	100	100	13,8 ab	32,3 a
3	Beyonic+	250	50	50	13,5 ab	33,5 a
4	Bio-Padjar	375	75	100	14,0 a	31,2 a
5	Probio-New	250	50	50	13,6 ab	33,3 a
6	Super BIOST	250	50	50	14,1 a	30,9 a
7	Bion-UP	250	50	50	14,0 a	31,4 a
8	Bio-SRF	250	50	50	13,7 ab	30,7 a
9	Agrifit	250	50	50	13,5 ab	31,0 a
KK (%)					4,0	8,2

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan.

Analisis sidik ragam jumlah biji/baris menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap jumlah biji/baris. Tanpa pemberian pupuk, jumlah biji/baris yang diperoleh yaitu 22,0 sedangkan perlakuan pupuk hayati, jumlah baris biji yang diperoleh berkisar antara 30,7 – 33,5 sedangkan dosis rekomendasi diperoleh jumlah biji/baris 32,3 (Tabel 8).

4. KESIMPULAN

1. Pupuk hayati yang dapat mengurangi pemakaian pupuk an organik hingga 50% dan memberikan hasil lebih tinggi dari pupuk rekomendasi pada budidaya tanaman jagung adalah Beyonic, Agrifit, Bion-UP, Probio-New dan Super Biost.
2. Pupuk hayati Bio Padjar dapat mengurangi pemakaian pupuk urea dan SP-36 hingga 25% pada budidaya tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Argenta, G, P.R.F. Da Silva, and L. Sangoi. 2004. Leaf relative chlorophyll content as indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. *Ciencia Rural*. Santa Maria: 34(5):1379-1387.
- [2] Francis, D.D., and W.P. Piekielek. 1996. Assessing crop nitrogen with chlorophyll meters. *Site-Spesifik Management Guidelines (SSMG)*. 12p.
- [3] Effendi, R. Suwardi, Syafruddin dan Zubachtirodin. 2012. Penentuan takaran pupuk nitrogen pada tanaman jagung hibrida berdasarkan klorofil meter dan bagan warna daun. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. 31 N0.1*. 2012.
- [4] Mac Kown, Ch.T. and T.G. Sutton. 1998. Using early-season leaf trails to predict nitrogen Sufficiency of burley tobacco. *Agro.J*. 9021-27.
- [5] Moelyohadi, Y., M. Umar Harun, Munandar, R. Hayati and N. Gofar. 2012. Pemanfaatan berbagai jenis pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung (*Zea mays*). L) efisien hara lahan kering marginal. *Jurnal Lahan Suboptimal*. Vol. 1:31-39.
- [6] Munandar, Hayati, R dan Irmawati. 2009. Seleksi tanaman jagung efisien hara berdasarkan pertumbuhan akar, tajuk dan hasil biji. *Seminar Nasional dan Kongres Persatuan Agronomi Indonesia*. Unpad, Bandung, 4-6 Juni 2009.
- [7] Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. *Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia*. Skala 1: 1.000.000. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- [8] Subagyo, H., N. Suharta dan A.B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. *Dalam Sumberdaya lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. P.21-65.

- [9] Syafruddin, S. Saenong dan Subandi. 2008. Penggunaan bagan warna daun untuk efisiensi pemupkan N pada tanaman jagung. *Penelitian Pertanian* 27(1):24-31
- [10] Turner, F.T. and M.F. Jund. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semi dwarf rice. *Agron, J.* 83:926-928
- [11] Waskom, R.M., D.G. Westfall, D.E. Spellman, and P.N. Soltanpour. 1996. Monitoring nitrogen status of corn with portable chlorophyll meter. *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.* 27:545-560.